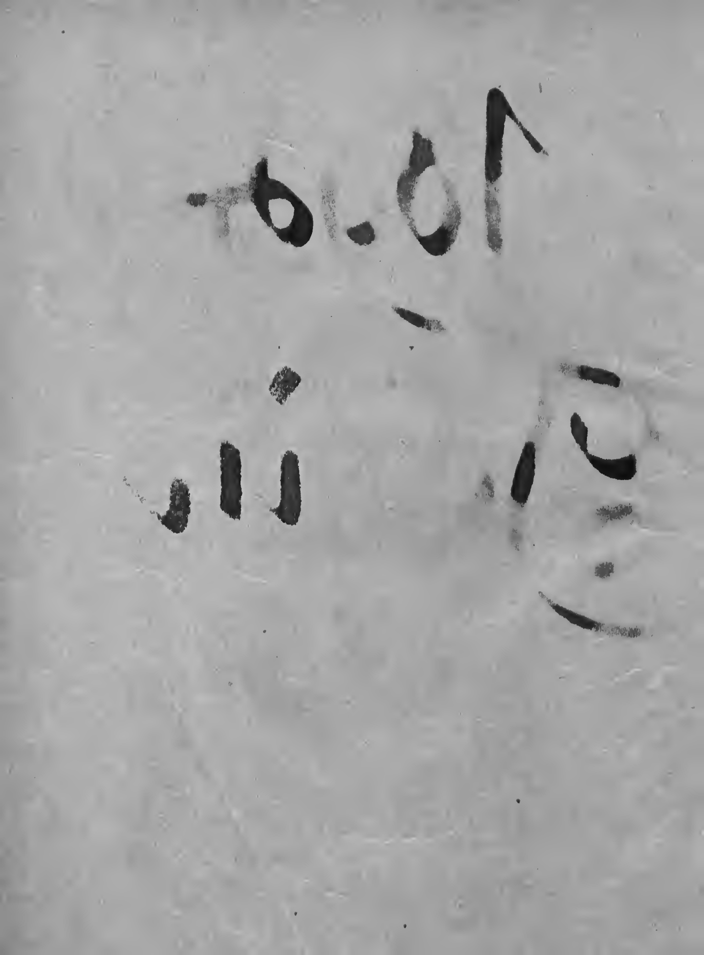
# 1894

# Jadin



ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

# THÈSE

PRÉSENTÉE AU CONCOURS D'AGRÉGATION

du 1er mai 1894

SECTION D'HISTOIRE NATURELLE ET DE PHARMACIE

# DU SIÈGE
# DES PRINCIPES MÉDICAMENTEUX
## DANS LES VÉGÉTAUX
### APPLICATION A LA PHARMACIE

PAR

**Fernand JADIN**

PHARMACIEN SUPÉRIEUR

LICENCIÉ ÈS SCIENCES,

CHEF DES TRAVAUX DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER



MONTPELLIER

IMPRIMERIE SERRE ET ROUMÉGOUS, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5

1894

## JUGES DU CONCOURS

MM. MILNE-EDWARDS, *Président.*
BOURGOIN
MARCHAND
PRUNIER
GUIGNARD
BOUVIER
GAY.

---

## JUGES SUPPLÉANTS

MM. BEAUREGARD
BÉHAL
BOURQUELOT
LEIDIÉ.

---

## SECRÉTAIRE

M. MADOULÉ.

---

## CANDIDATS

MM. JADIN
PLANCHON
RADAIS.

# DU SIÈGE

DES

# PRINCIPES MÉDICAMENTEUX

## DANS LES VÉGÉTAUX

### APPLICATION A LA PHARMACIE



---

## INTRODUCTION

La publication des traités magistraux de M. G. Planchon et de MM. Flückiger et Hanbury a fait entrer la matière médicale et la pharmacologie dans une voie nouvelle. Les nombreux travaux qui ont paru depuis vingt ans peuvent être considérés comme la continuation de l'œuvre que ces savants avaient inaugurée.

Il ne suffit plus de savoir aujourd'hui que la racine, l'écorce, les feuilles de telle ou telle plante sont riches en principe actif; on veut aussi connaître quels sont les tissus, quelles sont les cellules qui contiennent ce principe actif.

C'est dans cette voie que les recherches sont dirigées. Mais, quel que soit le nombre des travaux parus, il reste encore beaucoup à faire. Il est donc nécessaire de se recueillir et de mesurer le chemin parcouru pour se rendre mieux compte de celui qui reste à parcourir. Il faut rassembler les faits épars, en faire un tout, afin de permettre de mieux juger l'œuvre accomplie et de mieux tracer le programme des recherches qui nous conduiront définitivement au but vers lequel

tend la science contemporaine. Les méthodes scientifiques pénètrent partout, s'érigent, à juste titre, en maîtresses. Il faut analyser tous les phénomènes, résoudre le plus grand nombre de problèmes possible.

La plante réalise les synthèses les plus importantes et les plus nombreuses. Elle donne naissance à une variété infinie de composés. La fonction chlorophyllienne apparaît comme le principal facteur de ces synthèses. Un seul problème restait encore tout à fait obscur, celui de la fixation de l'azote. On peut croire qu'il sera bientôt clairement résolu.

Si le végétal s'adressait toujours aux nitrates et aux sels ammoniacaux pour faire la synthèse des corps albuminoïdes, il y aurait longtemps, sans doute, que l'azote contenu dans le sol serait rendu à l'atmosphère : « Dans chaque cycle de cette migration de l'azote combiné, il s'échappe un peu d'azote libre, qui retourne à la grande masse atmosphérique et se trouve ainsi peut-être perdu pour les êtres vivants ; » car « la dépouille azotée des êtres vivants subit une série de transformations, où apparaissent de l'ammoniaque, des nitrates et aussi toujours une certaine dose d'azote gazeux redevenu libre (1). » Il faut donc que l'azote libre de l'atmosphère soit repris par l'être vivant.

En 1885, M. Berthelot annonce que la terre nue fixe l'azote de l'air; il établit que cette fixation est due à un phénomène vital, à la vie de certains micro-organismes. Mais, dans la plupart des cas, cette fixation ne sert pas à l'enrichissement du sol, car les pertes surpassent les gains; cependant, dans certains cas, particulièrement lorsqu'on cultive des Légumineuses, le gain surpasse les pertes. MM. Hellriegel et Wilfarth (2) démontrent, en 1890, que ce gain n'est produit que par la culture de Légumineuses dont les racines sont pourvues de nodosités. Ces nodosités sont dues à des Bactériacées, à des *Pasteuria* ou à des formes voisines; des expériences précises démontrent ces faits. On a cultivé des Légumineuses (pois, vesce, lupin, etc.) dans un sol calciné, à l'abri de toute poussière, sans leur fournir aucune trace

(1) P. Sabatier. — La fixation de l'azote atmosphérique sur la terre végétale et sur les plantes. (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, t. IV, 1893, page 135). Cet article résume avec beaucoup de clarté la question.

(2) Hellriegel et Wilfarth. — Recherches sur l'alimentation azotée des Graminées et des Légumineuses (trad. franç. de M. Gourrier), Nancy, 1891.

de sels azotés ; elles n'avaient à leur disposition que l'azote libre de l'air préalablement purifié. Les Légumineuses privées de nodosités ne prospéraient pas et mouraient rapidement; celles auxquelles on avait inoculé les Bactériacées qui forment les nodosités radiculaires vivaient, fleurissaient, fructifiaient. Non seulement ces Légumineuses peuvent fixer l'azote libre pour leur propre compte, mais elles peuvent augmenter la richesse d'un terrain en sels azotés.

La genèse des corps organiques, en partant des corps inorganiques, est donc complète: elle n'est réalisée que par le règne végétal. La fonction chlorophyllienne n'y contribue pas exclusivement ; la fixation de l'azotate se fait en dehors d'elle, mais toujours par des plantes (1).

La multiplicité des corps formés par les végétaux, leur nature complexe, hérissent souvent de nombreuses difficultés la recherche de la localisation de ces corps. Il ne faut rien négliger : leur constitution, leur origine et leur rôle dans la plante sont souvent de précieuses indications. L'anatomie et la physiologie végétales doivent faire appel aux méthodes délicates de la microchimie.

C'est tout cela que nous avons essayé de réunir ici.

Le groupement des matières et l'ordre dans lequel nous les avons énumérées ne sont pas arbitraires. Nous avons essayé de rester pratique sans cesser d'être scientifique.

Si notre premier chapitre traite des matières sucrées, c'est parce que le glucose apparaît comme le premier produit de la fonction chlorophyllienne et c'est parce que les matières sucrées sont inséparables du glucose que nous les avons toutes réunies sous une même rubrique.

Dans le chapitre II, nous avons parlé de l'amidon, qui apparaît chimiquement comme une condensation déshydratée du glucose.

$$n\,(C^6H^{12}O^6) - n\,H^2O = (C^6H^{10}O^5)^n$$

Glucose — Eau — Amidon

Les mucilages et les gommes sont dépendants de la membrane végétale ; celle-ci se compose de cellulose, de pectose, de callose,

(1) Les dernières recherches semblent démontrer que les Bactériacées ne seraient pas les seuls organismes pouvant fixer l'azote libre de l'air. D'autres plantes inférieures (les *Nostoc*, par exemple) jouiraient aussi de cette propriété (Frank, Prantl).

etc. ; or, on sait que la cellulose ne diffère de l'amidon que par une condensation différente de la molécule $C^6H^{12}O^6$, et si la formule des autres substances fondamentales nous est encore inconnue, tout porte à croire qu'elle se rapproche singulièrement de celle de la cellulose. Nous avons fait de ce groupe médicamenteux le sujet de notre chapitre III.

Le chapitre IV concerne les corps gras, matières de réserve très importantes, jouant un rôle analogue à celui de l'amidon.

Nous avons placé les essences dans le chapitre V, parce qu'elles répondent à peu près aux mêmes réactions microchimiques que les corps gras ; il y avait donc lieu de les rapprocher, bien que ces derniers soient des matières *d'assimilation*, tandis que les essences sont des matières de *désassimilation*.

Essences et résines sont localisées le plus souvent dans des tissus nettement spécialisés ; à côté d'eux, et inséparables d'eux, aussi bien par leurs fonctions que par leur origine et leur siège, se rangent les oléo-résines, les gommes-résines et les baumes.

Nous avons même hésité à placer dans ce groupe les sucs laiteux ; mais si le laticifère touche à la cellule sécrétrice qui conserve à son intérieur en même temps qu'elle sécrète les essences, il s'en distingue cependant par certains caractères anatomiques.

La cellule à essence des Laurinées, par exemple, et la cellule à suc laiteux des *Glaucium* sont certainement bien voisines, mais elles nous apparaissent comme les points de départ de deux séries parallèles, difficiles à identifier.

La cellule sécrétrice des Laurinées tend vers une série où la sécrétion, s'exagérant, se déversera dans des lacunes créées normalement, mais où les cellules sécrétrices resteront petites et indépendantes. On aura alors les glandes sécrétrices et les canaux sécréteurs.

Les cellules laticifères des *Glaucium* ont, au contraire, une tendance toute différente ; sans même prendre en considération cette apparence si spéciale de leur contenu (émulsion naturelle des principes les plus divers), elles s'alignent en séries longitudinales, s'allongent, résorbent leurs parois transversales, parfois aussi certaines parois longitudinales, et forment alors un système ramifié qui parcourt souvent le végétal dans toute sa longueur. Le suc reste contenu dans la cellule ; il ne se forme normalement aucune lacune pour recevoir le latex, pourtant très abondant.

En présence de ces différences, il nous a paru utile de réserver au latex et aux laticifères un chapitre spécial, les séparant ainsi des essences et des résines ; néanmoins, leurs rapports sont nombreux.

Les alcaloïdes et les glucosides constituent deux groupes que nous traitons en deux chapitres différents. Ces corps paraissent avoir un rôle physiologique identique dans la plante et leur distinction est souvent difficile à faire.

Les glucosides diffèrent toujours néanmoins des alcaloïdes par la propriété qu'ils ont de donner par dédoublement du glucose et un corps différent pour chaque glucoside.

Dans un dernier chapitre enfin, nous avons réuni un certain nombre de produits qui sont utilisés en pharmacie, mais qui sont trop peu nombreux et n'offrent pas assez d'analogie pour former un tout et présenter des caractères généraux. Ce chapitre, sorte de *caput mortuum*, se divise en plusieurs paragraphes, dans lesquels nous traitons des principes médicamenteux tels que les ferments, les amers, les tannoïdes, l'aloès, l'asparagine, etc.

Bien que nous nous soyons efforcé, à propos de chaque groupe, de faire ressortir les applications qui découlaient de la connaissance du siège de ces principes, il nous a paru utile de rappeler succinctement, sous forme de conclusions, combien il est important, pour le praticien, de bien localiser les principes médicamenteux. Nous n'avons pas cru devoir faire l'historique de chacune des nombreuses questions traitées, à cause du caractère tout actuel des recherches que nous avons eu à résumer ; il nous a semblé plus important de donner l'indication précise des sources bibliographiques de chacune d'elles. La bibliographie accompagne chaque chapitre.

Tous nos efforts ont eu pour but d'exposer les méthodes microchimiques employées par les auteurs et les résultats auxquels ils sont parvenus au moyen de ces méthodes. Nous avons cru bon de donner les réactifs sous forme de liste générale rangée par ordre alphabétique. L'exposé des formules et de la manipulation nécessaire pour la préparation d'un bon réactif aurait rendu plus lourd et plus diffus ce qui a trait à chaque matière. Dans le cas où plusieurs formules se trouveraient en présence, nous avons choisi celle qui nous a le mieux réussi ou qui a donné aux auteurs les meilleurs résultats.

Nous ne prétendons nullement avoir vérifié toutes les réactions et toutes les localisations que nous avons citées. Cependant, les fonc-

tions que nous remplissons depuis plusieurs années à la Faculté des Sciences de Montpellier nous ont permis de manier couramment un grand nombre de ces réactifs ; c'est pour ceux-là que nous invoquons notre expérience personnelle.

Un tel travail synthétique n'a pu s'achever sans le concours bienveillant de plusieurs spécialistes. Des savants, occupés de recherches touchant à notre sujet, auxquels nous n'avons pas craint de nous adresser, nous ont aidé de leurs conseils et nous ont permis de publier des résultats encore inédits; nous leur en exprimons notre vive gratitude. Nous adressons aussi nos plus sincères remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidé dans la tâche que nous nous étions imposée.

---

CHAPITRE PREMIER

# LES MATIÈRES SUCRÉES

*Généralités.* — Les matières sucrées formées par la plante sont très nombreuses. Le règne végétal forme des glucoses ($C^6H^{12}O^6$), des saccharoses ($C^{12}H^{22}O^{11}$) et aussi des corps tels que la mannite, la dulcite, la sorbite, la volémite, etc..., dans lesquels l'hydrogène est en plus grande proportion, répondant à la formule $C^6H^{14}O^6$.

Toutes ces matières sucrées n'ont pas la même valeur au point de vue qui nous occupe ; dans le premier groupe, le glucose seul devra nous retenir ; dans le second, le saccharose ou sucre de canne est de beaucoup le plus important au point de vue médicamenteux ; enfin, dans le troisième, c'est surtout la mannite, base de la manne, qui fixera notre attention.

«Tous ces principes, placés dans des conditions convenables, peuvent fournir de l'alcool et de l'acide carbonique. En opérant avec la mannite, l'hydrogène libre s'ajoute à ces deux composés. On peut même, par voie de fermentation, transformer les saccharoses en glucoses, les glucoses en mannite et revenir en sens inverse de la mannite aux glucoses (1).»

Et de fait, dans le végétal, toutes ces transformations peuvent avoir lieu. Qu'il suffise de rappeler l'expérience si connue de Lechartier et Bellamy qui démontrèrent que toute cellule végétale, placée dans de certaines conditions, peut fournir de l'alcool.

Au moment où la betterave fructifie, ne transforme-t-elle pas le saccharose qu'elle contient en glucose? La même transformation s'effectue dans la canne à sucre. M. Bourquelot n'a-t-il pas montré que, dans les champignons, le tréhalose (qui est un saccharose), formé de bonne heure dans le végétal et localisé surtout dans le pied, se transformé en glucose au moment de la formation des spores? bien plus, dans le *Lactarius piperatus*, le même auteur a

(1) Berthelot et Jungfleisch. — *Loc. cit.*, vol. I, p. 359.

montré que le tréhalose disparaît peu à peu pendant que le champignon avance en âge et que ce sucre est remplacé par de la mannite.

Donc, la plante vivante est susceptible de transformer toutes ces matières, de les faire passer des unes aux autres, suivant ses besoins. Ces modifications sont liées à la vie même du végétal et, quand la chimie obtient expérimentalement l'une de ces transformations par un dédoublement, c'est aussi par dédoublement que le même phénomène se produit dans la plante. Ainsi, par exemple, on peut transformer *in vitro* les sucres en glucoses sous l'action d'un ferment; or, dans les champignons, le tréhalose se transforme en glucose sous l'action d'un ferment soluble, qui a reçu de M. Bourquelot le nom de tréhalase.

La conclusion à tirer de ces notions est que les matières sucrées demeurent localisées dans certains organes jusqu'au moment où la plante doit les utiliser pour produire d'autres composés organiques ou certains organes, principalement ceux de la reproduction. Les matières sucrées sont, dans ce cas, de véritables matières de réserve. Cependant, il est des cas où, produites sous l'action d'une excitation extérieure, certaines matières sucrées se présentent comme des matières d'excrétion (mannite de la manne).

LISTE DES PRINCIPALES MATIÈRES SUCRÉES FORMÉES PAR LES PLANTES

| | | |
|---|---|---|
| Mannite............ | $C^6H^{14}O^6$.... | Manne de frêne, Champignons, etc. |
| Dulcite ............ | — .... | Manne de Madagascar, *Melampyrum*, *Evonymus*. |
| Sorbite ............ | — .... | Suc de sorbier. |
| Volémite ........... | — .... | Champignons (Bourquelot). |
| Pinite (matézite).... | $C^7H^{14}O^6$.... | Pins de Californie. |
| Inosite (gauche).... | $C^6H^{12}O^6$.... | Ecorce de Quebracho (Tanret). |
| Inosite (inactive).... | — .... | Feuilles de noyer. |
| Glucose ........... | — ... | Sucre des fruits. |
| Fructose (Lévulose). | — ... | Sucre des fruits. |
| Sorbinose.......... | — .... | Suc du sorbier. |
| Galactose.......... | — .... | Diverses plantes (Müntz). |
| Perséite ........... | $C^7H^{16}O^7$.... | Fruit de l'avocatier (*Persea gratissima*). |
| Saccharose......... | $C^{12}H^{22}O^{11}$... | Canne à sucre, Betterave, Erable, etc. |
| Synanthrose........ | — .... | Synanthérées. |
| Mélézitose. ........ | — .... | Manne de Briançon (suc de Mélèze). |
| Mélitose........... | — .... | Manne d'Australie (feuilles d'*Eucalyptus*). |
| Tréhalose.......... | — .... | Manne de Tréhala, Champignons. |
| Maltose ........... | — .... | Diverses graines. |
| Lactose ........... | — .... | Fruit de l'*Achras Sapota*. |

## GLUCOSE

*Origine.* — Le glucose $C^6H^{12}O^6$ est la matière sucrée la plus répandue ; il apparaît dès le début de l'assimilation des plantes pourvues de chlorophylle. A peine le phénomène chlorophyllien a-t-il commencé qu'on peut constater l'existence du glucose comme l'un des premiers produits non figurés de ce phénomène de nutrition.

On peut le considérer théoriquement comme formé par l'acide carbonique absorbé par la plante et l'eau qui se trouve dans le végétal :

$$6\,CO^2 + H^2O = C^6H^{12}O^6 + 6\,O$$

Il existe aussi du glucose dans les plantes privées de chlorophylle ; dans ce cas, ce glucose peut résulter de l'assimilation ou de certains dédoublements qui ont lieu grâce à la production de ferments solubles par la plante.

Dans les champignons, par exemple, il résulte souvent du dédoublement du tréhalose, dédoublement qui se produit grâce à un ferment soluble, la tréhalase (Bourquelot).

Dans tous les cas, il ne faut pas perdre de vue que les théories chimiques, impuissantes par elles-mêmes à nous expliquer les moyens mis en œuvre par la cellule vivante pour fabriquer tel ou tel corps, sont le point de départ nécessaire de toute expérimentation ; elles dirigent le savant dans la recherche de la vérité. Nous nous appliquerons à les mentionner succinctement chaque fois que nous les jugerons de nature à éclairer notre sujet.

Le glucose est toujours tenu en dissolution dans le suc cellulaire, il existe dans un très grand nombre de cellules ; il est surtout localisé dans certains tissus. Pour le déceler, il faut avoir recours à des réactions microchimiques.

*Réactions microchimiques.* — I. — Faire une coupe assez épaisse, de manière à laisser une ou deux couches de cellules intactes ; la plonger dans la liqueur de Fehling bouillante (solution de tartrate cupro-potassique). Au bout de quelques secondes, les cellules contenant du glucose prennent une coloration rouge, due à un précipité d'oxyde de cuivre.

Cette réaction est très sensible et très rapidement exécutée.

II. — Faire une coupe assez épaisse comme ci-dessus, la mettre dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre, laver rapidement à l'eau distillée, porter ensuite dans une solution aqueuse de sel de Seignette et de potasse. Précipité rouge d'oxyde de cuivre dans les cellules contenant du glucose.

Pour reconnaître le glucose dans les vaisseaux du bois, Fischer recommande de faire des coupes longitudinales, de les laisser pendant cinq minutes dans la première solution, de les laver à l'eau distillée et de les tremper ensuite pendant deux à cinq minutes dans une solution bouillante de sel de Seignette et de soude caustique.

III. — Faire une coupe épaisse, mettre sur le porte-objet dans une solution alcoolique à 20 o/o de naphtol-$\alpha$, ajouter deux à trois gouttes d'acide sulfurique. Coloration violette des cellules glucosiques au bout de deux minutes. On obtient une réaction analogue avec les hydrates de carbone suivants : le saccharose, le lactose, le lévulose, le maltose et l'inuline ; mais elle ne se produit pas avec l'inosite, la mannite, la dulcite et la quercite.

IV. — Si on opère comme ci-dessus, en remplaçant le naphtol-$\alpha$ par le thymol, on obtient une coloration rouge-carmin (Molisch).

V. — Maintenir la coupe pendant quelque temps dans une solution aqueuse bouillante d'acétate neutre de cuivre. Elle donne, après un long repos, un précipité rouge d'oxyde de cuivre. (Réaction de Barfœd).

*Localisation.* — Par ces divers procédés, on reconnaîtra que le glucose est surtout localisé dans les cellules parenchymateuses des tiges herbacées et dans les cellules à parois minces qui forment les parties succulentes des différents fruits (raisins, poires, ananas, etc.). Dans les plantes vivaces, il se trouve plus particulièrement dans les vaisseaux du bois, et ces vaisseaux en contiennent une quantité maxima pendant la période de repos de la végétation, c'est-à-dire en hiver (Fischer). Il peut cependant exister partout, puisqu'il est une matière de réserve transitoire.

*Application.* — Le glucose n'est pas, à proprement parler, un principe médicamenteux, mais c'est grâce à la présence du glucose dans un grand nombre de fruits qu'on peut retirer de ces organes certaines boissons qui ont reçu le nom de vins (vins de raisin, vins d'ananas, etc.).

Les vins sont les produits de la fermentation du jus sucré de certains fruits. Le vin ordinaire ou vin de raisin est donc produit par la fermentation du glucose contenu dans le suc cellulaire des grains de raisin. Il faut ajouter pourtant qu'à côté de l'alcool produit par la fermentation du glucose, les vins contiennent un grand nombre d'autres produits secondaires sur lesquels nous ne pouvons insister.

Le vin, l'alcool éthylique (qui doit être le seul alcool employé pour

la pratique pharmaceutique) et le vinaigre de vin (les vinaigres de cidre, de bière, etc., doivent être rejetés pour les usages pharmaceutiques) sont des produits très utilisés en pharmacie et qui, tous, dérivent directement des transformations successives que l'on fait subir au glucose.

C'est donc du glucose que dérivent tous ces produits ; c'est la raison pour laquelle, sans insister davantage, nous avons cru utile de consacrer quelques lignes au siège du glucose dans les végétaux.

*Miel.* — Il est encore un autre produit pharmaceutique qui doit ses principales propriétés au glucose, c'est le miel. Le miel est, en effet, surtout composé de glucose.

Bien que le miel se recueille dans les ruches d'abeilles, il est hors de conteste que la nature du végétal qui l'a fourni est le principal facteur des qualités du miel.

L'abeille met bien peu d'elle-même dans ce produit, elle ne *fabrique* pas le miel ; à peine fait-elle subir quelques modifications au nectar butiné par elle.

Cela est si vrai que les miels varient avec la contrée et les plantes qui y croissent. Toutes les qualités du miel d'Athènes, si anciennement connu et apprécié, sont attribuées aux plantes odoriférantes qui croissent sur le mont Hymette ; le miel du Gâtinais provient des fleurs de safran ; celui du Languedoc (miel de Narbonne) doit ses qualités aux Labiées si nombreuses sur les garigues ; de même le *miel vert* de la Réunion, d'après les renseignements que j'ai pu prendre sur les lieux, doit ses propriétés à ce que les abeilles le butinent surtout sur les fleurs du Tan, *Weinmannia macrostachya* DC (Saxifragacées)(1) ; enfin, les miels butinés sur des plantes vénéneuses (*Aconitum Napellus*, par exemple) causent des nausées, des vertiges et peuvent même amener la mort (miels des *Kalmia* et *Andromeda*).

Dans ces conditions, n'est-ce pas la plante bien plus que l'abeille qui fait le miel ?

Le nectar est produit en certains organes spéciaux de la plante ap-

(1) Depuis la disparition des forêts de la Réunion, le miel vert est devenu très rare. On n'en trouve plus qu'en certains endroits, justement là où croissent encore des *Weinmannia*. J'ai pu moi-même constater ce fait. D'autre part, il existe des miels ambrés à la Réunion et les colons savent très bien après quelles floraisons il faut recueillir le miel pour l'avoir avec tel ou tel arome. C'est ainsi que le miel butiné sur les fleurs de cocotier est très recherché pour son goût particulier.

pelés *nectaires*. Ces nectaires se trouvent localisés soit à la base de certains pétioles (*Pteris*, *Cyathea*, *Angiopteris*, *Amygdalus*, *Vicia*, *Sambucus*, etc.), soit surtout dans les fleurs.

Un très grand nombre de fleurs sont pourvues de nectaires. Le plus souvent, les nectaires des fleurs se trouvent à la base des étamines; souvent même il y a un disque nectarifère normal entre les verticilles floraux (Disciflores de Bentham et Hooker).

Dans certains cas, le nectar, au lieu de se rassembler au fond de la fleur, comme c'est le cas le plus ordinaire, s'accumule dans des réservoirs spéciaux. Ainsi l'éperon du labelle des Orchidées est un réservoir pour le nectar produit par les fleurs de cette famille; de même dans les fleurs des *Viola*, l'éperon du pétale antérieur, dans lequel pénètrent les deux protubérances des deux étamines antérieures, reçoit le nectar sécrété par ces protubérances staminales nectarifères.

Le nectar, quelle que soit la plante qui le produise, est toujours un liquide sucré. Sa composition varie suivant l'âge du nectaire. Au début, il est riche en saccharose, puis, au fur et à mesure que l'organe qui porte le nectaire avance en âge, la proportion de saccharose diminue, celle du glucose augmente. Cette transformation a lieu grâce à un ferment inversif capable de transformer le saccharose en glucose (Bonnier).

Les miels nouvellement récoltés sont beaucoup plus riches en saccharose qu'en glucose; peu à peu, leur composition se modifie sans doute sous l'action d'un ferment inversif, car la proportion de glucose augmente, tandis que celle du saccharose diminue. Dans ces conditions, on peut admettre que l'abeille recueille le miel tout formé sur la plante ; l'introduction du nectar dans son jabot ne peut guère changer la composition des produits recueillis. La transformation la plus importante est celle du saccharose en glucose.

Cette transformation provient-elle d'un acide sécrété par le jabot de l'Hyménoptère (comme cela a lieu dans l'estomac du chien), ou bien par l'action lente d'un ferment inversif recueilli en même temps que le nectar, ou encore par l'action d'un ferment émis par l'insecte (ce dernier cas rappellerait ce qui se passe dans l'intestin de l'homme)? Nous ne pouvons le dire.

Ce qu'il faut retenir, c'est que le miel est un produit végétal.

Conclusions. — Nous trouvons donc le glucose comme élément fondamental de plusieurs médicaments d'origine végétale. Sa localisation dans les fruits mûrs est la cause du choix qu'on fait de ces organes, soit comme agents émollients et analeptiques, soit pour la préparation des vins, des alcools et des vinaigres ; par sa présence dans les nectaires, on peut le considérer comme le principal composant du miel. Or, vins, alcools, vinaigres, miel, sont des produits très employés en pharmacie.

## SACCHAROSE

Le saccharose ($C^{12}H^{22}O^{11}$) est moins répandu que le glucose dans le règne végétal; néanmoins il se trouve souvent dans les végétaux

Comme toutes les matières sucrées, il est en dissolution dans le suc cellulaire; certaines cellules parenchymateuses en sont gorgées. La présence du saccharose est un peu plus difficile à révéler dans les cellules où il est localisé, pourtant la manipulation n'est pas trop compliquée.

*Réactions microchimiques.* — I. — Employer encore la liqueur de tartrate cupropotassique. Ce réactif ne donne pas de précipité d'oxyde de cuivre avec le saccharose, mais il se produit une coloration bleue caractéristique.

Cependant, si on intervertit le saccharose, c'est-à-dire si on le transforme en glucose et en fructose (lévulose), d'après la formule

$$C^{22}H^{12}O^{11} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^6$$

on aura le précipité rouge.

M. Strasburger conseille de porter la coupe à étudier dans la liqueur de Fehling bouillante ; si on l'y maintient pendant un certain temps, le sucre est interverti et les cellules présentent le précipité d'oxyde de cuivre.

On peut opérer plus rapidement en intervertissant le sucre par des acides minéraux. Il suffit, pour cela, de porter la coupe, d'abord dans une solution bouillante d'un acide minéral étendu (acide sulfurique, acide chlorhydrique, etc.), puis ensuite de la porter dans la liqueur de Fehling bouillante.

II. — Porter la coupe dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre, laver rapidement à l'eau, puis la maintenir dans une solution chaude de 1 partie d'eau et 1 partie de potasse. Les cellules prennent une coloration bleu d'azur. Si l'opération est bien conduite, les membranes du tissu jeune doivent prendre une coloration d'un bleu foncé par cette manipulation.

III. — Rappelons qu'avec le naphtol-$\alpha$ et avec le thymol, en opérant comme nous

l'avons indiqué pour le glucose, on obtient les mêmes colorations que précédemment.

IV. — On peut aussi précipiter le saccharose par l'alcool ; dans ces conditions, le sucre cristallise sous forme de prismes clinorhombiques simples ou maclés dans les cellules mêmes où il se trouvait en dissolution.

*Origine.*— Le saccharose dérive très probablement du glucose par union de deux molécules de glucose, qui, en se combinant, perdent une molécule d'eau

$$2\,C^6H^{12}O^6 = C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$$

Cette transformation a lieu lorsque le glucose, premier produit de la fonction chlorophyllienne, doit servir de matière de réserve; mais, au moment où la plante a besoin d'une abondante nourriture, elle emploie ce saccharose, sorte de réserve transitoire, et pour cela le saccharose régénère le glucose. Ceci n'est pas une simple hypothèse; on sait, par exemple, que la betterave, riche en saccharose, transforme le saccharose contenu dans son tubercule en glucose, au moment où elle va fleurir. Le même phénomène a lieu dans le *Saccharum.*

On sait aussi qu'un autre sucre, le tréhalose, subit le même dédoublement dans les champignons au moment de la sporification (Bourquelot).

*Localisation.*— Le saccharose se rencontre soit dans les tiges (*Saccharum officinarum* L., *Acer saccharinum* Wang.), soit dans les parties souterraines composées de la tige et de la racine pivotante tuberculisées (*Beta vulgaris* L., *Daucus Carota* L.).

Dans ces organes, il est en dissolution dans le suc cellulaire, non pas dans toutes les cellules, mais surtout dans certaines couches de cellules.

Dans la tige des *Saccharum*, par exemple, il est abondant dans les cellules parenchymateuses fondamentales; dans les *Beta*, une coupe faite dans la tige ou dans la racine montre que l'hypertrophie de l'organe est due à la production d'un grand nombre de cellules parenchymateuses à parois minces, au milieu desquelles on aperçoit plusieurs cercles concentriques de faisceaux libéro-ligneux; les faisceaux situés au centre sont les plus larges, ils diminuent de volume au fur et à mesure qu'ils sont plus rapprochés de la périphérie, se développent successivement dans l'écorce secondaire (phelloderme) de la tige et de la racine, séparés les uns des autres par un abondant tissu

parenchymateux qui appartient à l'écorce secondaire. Ce parenchyme se compose de cellules à parois minces, gorgées de suc cellulaire ; le saccharose est dissous dans le suc cellulaire.

Les plantes d'où l'on extrait industriellement le saccharose sont peu nombreuses ; les plus connues sont :

Le *Saccharum officinarum* L., sous les tropiques.

Le *Beta vulgaris* L., en Europe.

L'*Acer saccharinum*, dans l'Amérique septentrionale.

*Application.*— Le pharmacien n'a pas à faire cette extraction, mais le saccharose est d'un grand usage pharmaceutique. Il est la base des sirops; il entre dans la composition des conserves (macération ou mélange de plantes et de sucre) de certains électuaires (diascordium), des gelées, des pâtes, des tablettes, des pastilles, des grains ou granules, des saccharures (sucre mêlé à un principe médicamenteux dissous dans un véhicule) et des chocolats, etc.

Bien que l'industrie fournisse le saccharose extrait des plantes qui le contiennent, nous rappellerons en quelques mots le mode d'extraction de ce corps. On presse les organes riches en saccharose ou on les divise convenablement pour faciliter l'extraction des jus sucrés au moyen de l'eau chaude ; on concentre ces jus (vesou) par l'ébullition et l'évaporation dans le vide et on laisse cristalliser le saccharose ; ces cristaux sont séparés des parties liquides au moyen de turbines.

La physiologie botanique nous apprend qu'il est nécessaire de s'adresser aux plantes qui fournissent le saccharose avant qu'elles n'aient fleuri ou fructifié, car alors le saccharose est interverti pour les besoins de la vie du végétal et on n'extrait plus que du glucose.

Nous terminerons en donnant la liste des plantes qui sont ou ont été utilisées pour l'extraction du saccharose.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Phœnix sylvestris Roxb. | (Palmiers), | tiges | en Asie. |
| Cocos nucifera L. | — | — | |
| Borrassus flabelliformis L. | — | — | |
| Caryota urens L. | — | — | |
| Arenga saccharifera Mart. | — | — | en Océanie. |
| Nipa fruticans Thunb. | — | — | |
| Holcus saccharatus L. | (Graminées) | — | |
| Saccharum officinarum L. | — | — | régions tropicales. |

| | | |
|---|---|---|
| Beta vulgaris L., tige et racine souterraine | | en Europe. |
| Acer saccharinum Wang. (Acéracées), tiges | | en Amérique. |
| — pensylvanicum L. | — — | |
| — Negundo L. | — — | |
| — dasycarpum Ehrb. | — — | |

## MANNITE

La mannite ($C^6H^{14}O^6$) est une matière sucrée contenant de l'hydrogène en excès ; c'est un alcool hexatomique.

Certaines plantes en contiennent normalement ; c'est un produit jouant le même rôle physiologique que les glucoses et les saccharoses. Il doit être considéré comme une matière de réserve transitoire. Formée par la plante à un moment donné, la mannite est réemployée par le végétal. Ils naissent par transformation de certains sucres ; ainsi, certains champignons du genre *Boletus*, qui au début de leur développement sont riches en tréhalose, contiennent de la mannite lorsqu'ils sont plus âgés (Bourquelot). Nous devons donc nous attendre à voir la mannite localisée dans les mêmes tissus que les autres principes déjà décrits. Cependant, sous ce rapport, elle se rapproche plus du saccharose que du glucose.

Tandis que nous avons vu le glucose principalement localisé dans les cellules parenchymateuses des fruits, nous trouvons la mannite répandue, comme le saccharose, dans les tiges des Phanérogames ou dans le pied de l'appareil sporifère des champignons. Dans ces dernières plantes, c'est le tréhalose qui remplace le saccharose.

D'après M. A. Gautier, la mannite pourrait être directement formée par la fonction chlorophyllienne. Cet auteur a montré — et le fait a été confirmé par M. Timiriazeff — que la chlorophylle s'hydrogénait en présence de l'eau et sous l'influence des rayons lumineux. Si nous représentons la chlorophylle par $\alpha$, on a :

$$\alpha + H^2O = \alpha H^2 + O$$

Cette chlorophylle hydrogénée ou *protophylline* de M. Timiriazeff, en présence de l'acide carbonique, régénère de la chlorophylle en donnant de l'aldéhyde formique et de l'oxygène :

$$\alpha H^2 + CO^2 = \alpha + CH^2O + O$$

Or, cet aldéhyde formique, d'existence très éphémère, qu'on ne

trouve jamais libre dans les plantes, étant en présence de nouvelle protophylline, rencontrerait ainsi de l'hydrogène libre et donnerait de la mannite en régénérant la chlorophylle:

$$6\,\mathring{C}H^2O + \alpha H^2 = C^6H^{14}O^6 + \alpha$$

On peut encore admettre aussi que la mannite dérive du glucose ; en présence de l'hydrogène naissant qui provient de la protophylline, le glucose s'hydrogènerait,

$$C^6H^{12}O^6 + \alpha\, H^2 = C^{12}H^{14}O^{12} + \alpha$$

Les chimistes procèdent de cette façon ; ils forment de l'hydrogène naissant au moyen de l'eau et de l'amalgame de sodium, et obtiennent de la mannite avec du glucose (1).

Il n'y a pas de réactions microchimiques permettant de déceler la mannite dans les cellules où elle est localisée ; les analyses chimiques sont les seuls moyens que nous ayons de savoir quels sont les organes qui renferment ce produit en abondance.

Mais si la localisation exacte n'est point connue, on sait néanmoins que ce corps se trouve dans les tissus situés peu profondément.

On l'a trouvé dans le pied de l'organe sporifère des Champignons, dans certaines Algues Phéophycées (*Laminaria*) et chez plusieurs Angiospermes.

Chez ces dernières, il se montre abondant dans certaines d'entre elles : on en trouve dans le rhizome du *Triticum repens*, dans le latex des *Lactuca virosa*, dans les genres *Apium*, *Tamarix*, *Olea*, *Scorzonera*, *Acer*, *Fraxinus*, etc.

Chez les *Fraxinus*, la mannite découle même spontanément des feuilles et des blessures faites sur la tige ; la matière sucrée, qui se concrète à l'air, a reçu le nom de *manne*.

Il résulte de ce que l'on sait par les pratiques d'extraction et par les analyses chimiques que la mannite est localisée principalement dans les parties superficielles des plantes à chlorophylle, soit dans la feuille où elle serait directement produite, soit dans la partie corticale et libérienne.

*Application*. — Elle est peu employée en pharmacie ; bien qu'elle

(1) Il est certain que, dans les Champignons, la présence de la mannite, comme celle des autres matières sucrées et amylacées, n'est pas *directement* en rapport avec les phénomènes chlorophylliens.

existe en très grande quantité dans la manne, il n'est pas sûr qu'elle en soit l'unique principe actif.

Quoi qu'il en soit, la manne employée pour les usages pharmaceutiques est celle qui est produite par le *Fraxinus Ornus* L.

Cette manne, si elle est de bonne et belle qualité, contient de 70 à 80 o/o de mannite; le reste est constitué par de la dextrine et du glucose (G. Planchon), du sucre, de la gomme et quelquefois par de la fraxine, qui donne à certains morceaux de manne une coloration verdâtre (Flückiger et Hanbury).

La récolte de la manne du *Fraxinus Ornus* se fait surtout dans la partie chaude du bassin méditerranéen. Ce corps s'écoule spontanément des feuilles et des piqûres faites sur les jeunes rameaux par une cigale (*Cycada Orni* L.).

Mais la manne qui sert en pharmacie est recueillie sur des arbres cultivés dans le but de l'exploitation.

Voici comment MM. Flückiger et Hanbury décrivent le mode opératoire (1):

«On pratique, dans l'écorce, des incisions transversales qui pénètrent jusqu'au niveau du bois et sont situées à 4 ou 5 centim. l'une de l'autre. On fait, chaque jour, une incision nouvelle; la première au moment de la floraison de l'arbre, la seconde directement au-dessus de la première, et ainsi de suite jusqu'à la fin de la saison sèche. Au bout de quelques années, lorsque l'arbre a été incisé sur toute sa surface et qu'il est épuisé, on l'abat.... La manne qui s'écoule des incisions inférieures et qu'on recueille souvent sur des tuiles ou des fragments de tiges d'*Opuntia* en forme de coupes est moins cristalline, plus gommeuse et plus gélatineuse et considérée comme de qualité inférieure. Le moment le plus favorable pour inciser les tiges répond aux mois de juillet et août, les arbres ayant, à cette époque, cessé de produire des feuilles. Pour obtenir une bonne récolte, il est nécessaire que la température soit sèche et chaude.» Et plus loin : «Nous avons étudié au microscope l'écorce des tiges du *Fraxinus Ornus* qu'on incise à Capaci pour obtenir la manne ; nous n'y avons trouvé aucune organisation particulière pouvant expliquer la formation de la manne, ni aucune apparence que l'exsudation saccharine soit due à une altération des parois cellulaires.»

(1) Flückiger et Hanbury, t. II, p. 56.

Ces indications sur le mode opératoire et sur la constitution normale des tissus produisant la manne prouvent que la mannite est formée, dans ce cas, par l'assimilation directe des feuilles et se trouve localisée dans les cellules qui contiennent surtout la sève descendante, c'est-à-dire dans le liber et dans l'écorce.

BIBLIOGRAPHIE

**Behrens.** — Anatomische-physiologische Untersuchungen der Blüthen-Nektarien. (*Flora*, janv. 1879).

**Bonnier** (G.). — Les Nectaires, étude critique, anatomique et physiologique (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 6e série, t. VIII, 1879).

**Borodine** (J.). — Note sur la dulcite dans les végétaux. (*Revue des Sc. nat. de la Soc. natur. de St-Pétersbourg*, 1890) (en russe avec résumé français).

**Bourquelot** (E.). — Les hydrates de carbone chez les champignons. I. Matières sucrées. (*Soc. mycol. de Fr.*, 1890, p. 132-163 et p. VII-VIII).

— Sur la répartition des matières sucrées dans le Cèpe comestible. (*Journ. de Ph. et de Chim*, t. XXIV, 1891, N° 12).

— Sur l'époque de l'apparition du tréhalose dans les champignons. (*Journ. de Ph. et de Ch.*, vol. 27, 1893).

— Matières sucrées contenues dans les champignons du genre *Boletus*. (*Revue mycolog.*, t. VI, 1890, fasc. 3).

— Sur la présence et la disparition du tréhalose dans l'*Agaric* poivré, *Lactarius piperatus* Scop. (*Id.*, t. VII, fasc. 1).

**Ferry** (R.). — Recherches sur les matières sucrées contenues dans les champignons. (*Revue mycologique*, 1890, p. 136).

**Fischer** (Alf.). — Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse (*Pringsh. Jahrb.* 1890, t. XXII, p. 73).

**Gautier** (A.). — Sur la chlorophylle. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. LXXXIX, p. 861, 1879).

**Meyer** (Arthur). — Mikrochemische Reaktion zum Nachweis der reduzierenden Zuckerarten. (*Berichte d. deutsch. botan. Gesell.*, 1885, p. 332).

**Molisch.** — Zwei neue Zuckerreactionen. (*Sitz. der. K. Akad. d. Wien*, Bd. 93, 1886, p. 912).

**Müntz** (A.). — Sur l'existence des éléments du sucre et du lait dans les plantes. (*Annales de Chimie et de Physique*, 6me série, t. X., 1887).

**Omeis** (Th.). — Ueber die Inversion von Saccharose. Studien ueber die Entwickelung der Frucht der Heidelbeere, sowie die Produkte der Gährung des Heidelbeeresaftes. (Thèse d'Erlangen, 1889).

**Sachs** (J.). — Ueber die Stoffe, welche das material zum Wachstum der Zellhaute liefern. (*Pringsh. Jahrb.*, Bd. III, p. 183).

**Schultze** (E.). — Ueber die Bildung von Rohrzucker in etiolirter Keimpflanzen. (*Berichte der deutsch. bot. Gesell.*, t. VII, 1889, p. 280).

**Stone** (W. E.). — The chemical composition of the nectar of the *Poinsettia*. (*The Bot. Gazette*, vol. XVI, 1892, pp. 192-193).

**Timiriazeff.** — La chlorophylle et la réduction de l'acide carbonique par les végétaux. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. CII (1889), p. 686).

CHAPITRE II

# AMIDON

*Définition et origine.* — L'amidon est un composé organique aussi répandu dans les végétaux que le glucose. C'est encore une matière de réserve, non plus liquide comme celles que nous venons d'étudier et dissoute dans le suc cellulaire, mais une matière de réserve qui nous apparaît presque toujours sous forme de corps figuré.

C'est certainement l'une de plus importantes du règne végétal.

On peut, au point de vue chimique, le considérer comme dérivant du glucose ; le glucose, en se déshydratant, donne naissance à de la dextrine :

$$2\,C^6H^{12}O^6 = (C^6H^{10}O^5)^2 + {}^2H^2O$$

L'amidon est une polymérisation de cette dextrine, sa formule étant $(C^6H^{10}O^5)^n$.

On peut admettre, pour tous les autres hydrates de carbone comme l'inuline, la cellulose, etc.... la même dérivation.

Mais si, au point de vue chimique, on peut admettre cette origine de l'amidon, l'origine physiologique de l'amidon est une question plus complexe et encore bien discutée.

Pendant longtemps on a admis sans conteste que l'amidon était un produit direct de la fonction chlorophyllienne, naissant au contact d'un leucite incolore ou d'un chloroleucite. Cette hypothèse a été d'autant mieux acceptée qu'elle était très simple. La fonction chlorophyllienne donne comme premier produit non figuré le glucose, puis comme premier produit figuré l'amidon ; c'était le mécanisme admis.

M. Belzung a élevé des doutes au sujet de cette interprétation. Pour cet auteur l'amidon naît librement dans la cellule, sans le secours d'aucun leucite ; c'est un corps qui procède directement de l'activité protoplasmique, il n'a pas besoin de la fonction chlorophyllienne pour naître.

Voici en quels termes s'exprime l'auteur dans un article récent (Bulletin bibliographique du *Journal de Botanique* (Morot), 1893, p. IV): «Or, la succession des faits que j'ai constatés est la suivante: 1° Les grains d'amidon naissent librement à l'origine dans les mailles du protoplasme; 2° ils font place plus tard aux corps chlorophylliens, qu'ils contribuent à édifier et sont par là même transitoires; 3° à l'état adulte, ces mêmes corps chlorophylliens sont de nouveau le siège d'une formation de petits granules amylacés. Je crois rester en accord avec les faits, en rattachant ce dernier phénomène, non pas à une intervention immédiate du grain vert, mais à l'action protoplasmique, comme dans la phase première; ce qui ne veut pas dire que la chlorophylle ne soit pour rien dans sa formation; mais son action est indirecte et se borne à transmettre au protoplasme l'énergie solaire nécessaire à la synthèse des substances plus complexes notamment albuminoïdes, d'où procèdera l'amidon par une série de métamorphoses encore inconnues.»

L'hypothèse de M. Belzung mérite qu'on s'y arrête, surtout depuis qu'on a trouvé de l'amidon dans des plantes dépourvues de chlorophylle. MM. Rolland, Bourquelot, Belzung et quelques autres observateurs ont trouvé dans les champignons des corps figurés ou imprégnant la membrane qui répondent à toutes les réactions de l'amidon et qu'ils identifient avec lui.

Du reste, l'opinion de M. Schimper, faisant dériver l'amidon toujours au contact d'un leucite, a été combattue par d'autres auteurs. L'un des plus récents mémoires est celui de M. Eberdt; il considère le leucite non pas comme générateur de l'amidon, mais comme constituant la substance fondamentale du grain d'amidon; cette substance fondamentale serait transformée en amidon par le protoplasme cellulaire; le noyau amylifère, s'entourant d'une mince couche protoplasmique différenciée, accomplirait alors sa croissance; dans cette hypothèse, c'est la couche protoplasmique différenciée qui entoure le noyau amylifère qui serait la génératrice de l'amidon.

D'autre part, M. Koninsgberger a étudié la formation de l'amidon dans les organes incolores; il pense que l'amidon peut avoir deux origines différentes: tantôt les grains d'amidon naissent dans les plastides, tantôt ils apparaissent directement dans le protoplasme.

L'amidon naît, en général, dans les plantes pourvues de chloro-

phylle ; le fait est certain, mais il est difficile de se rendre compte par quel processus la plante le forme.

Plusieurs auteurs ont montré que toutes les cellules fournissant de l'amidon, contiennent le radical de l'aldéhyde formique $CH^2O$. M. Bokorny a entrepris des recherches pour démontrer ce fait expérimentalement. Il a employé l'oxyméthylsulfate de sodium $CH^2 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown SO^3Na \end{matrix}$ ; ce sel, en se dédoublant sous l'action des végétaux pourvus de chlorophylle mis en expérience, donne de l'aldéhyde formique et du sulfate acide de sodium

$$CH^2 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown SO^3Na \end{matrix} = CH^2O + SO^3NaH.$$

Mais comme le sulfate acide de sodium est un poison pour les plantes, il le neutralise en ajoutant une solution de phosphate bibasique de potassium et de sodium.

M. Bokorny a expérimenté avec des *Spirogyra* ; il en a pris deux lots ; l'un mis dans un cristallisoir avec les sels précités et l'autre pris comme témoin. Il prive les deux lots d'acide carbonique en les recouvrant d'une cloche, sous laquelle est placée une solution de potasse. Au bout de cinq jours, le lot mis en présence de la solution au millième d'oxyméthylsulfate de sodium contenait beaucoup d'amidon ; l'autre n'en présentait aucune trace.

L'auteur admet que l'aldéhyde formique $CH^2O$, en se polymérisant, a donné naissance à l'amidon $(C^6H^{12}O^6)^n$.

Il ne faut pas oublier, d'autre part, que plusieurs substances solubles contenues dans les cellules végétales (glucose, saccharose, mannite, inuline, etc.) peuvent former de l'amidon par transformation.

Quoi qu'il en soit, le point à retenir est que l'amidon se forme dans les cellules végétales et qu'il y est formé pour être mis en réserve.

Fischer a montré, en effet, que pour une plante donnée, on trouvait la quantité maxima d'amidon au printemps, avant l'éclosion des bourgeons, c'est-à-dire au moment où la plante va produire un grand travail et aura besoin d'employer ses réserves ; à la fin de mai, quand elle a fini de se couvrir de feuilles, la quantité d'amidon contenue dans cette même plante atteint son minimum.

*Caractères et réactions microchimiques.* — L'amidon revêt des formes très variables. Le grain est constitué par un *noyau organique* ou *hile*, entouré de couches de

réfringences différentes ; ces couches sont alternativement ternes et brillantes ; la couche la plus externe étant toujours brillante. Il arrive rarement que le noyau coïncide avec le centre géométrique du grain (amidon de Blé), le plus souvent il est excentrique, placé vers l'une des extrémités du grain (amidon de Pomme de terre, *Curcuma*, etc.). Le bile n'est pas toujours punctiforme, il revêt des formes différentes, celle d'un V (amidon de *Maranta*), celles d'une fente irrégulièrement déchirée (amidon de *Phaseolus*), il peut même n'être pas visible (amidon d'Avoine).

La stratification varie aussi, elle n'est pas toujours visible ; alors même qu'elle existe, on peut ne pas la distinguer facilement ; une solution d'acide chromique la rend plus nette ; au contraire, l'alcool et la glycérine la rendent invisible.

Cette stratification est due à une hydratation plus ou moins grande des couches, les couches les plus brillantes étant les plus riches en eau.

On peut démontrer expérimentalement ce fait. L'alcool, avons-nous dit, fait disparaître la stratification du grain d'amidon, la glycérine agit de même ; ces deux corps sont avides d'eau, ils enlèvent l'eau au grain et unifient la teneur en eau des différentes couches. La potasse fait aussi disparaître la stratification, mais elle agit autrement ; elle fait gonfler le grain d'amidon, et, pour cela, hydrate davantage les couches les moins riches en eau ; le grain gonflé a une égale quantité d'eau dans toutes ses strates, il apparaît homogène.

On peut encore opérer différemment. On extrait une certaine quantité d'amidon en raclant avec la pointe d'un scalpel la surface d'une tranche de pomme de terre ou d'un cotylédon de haricot, par exemple, on lave cet amidon dans un cristallisoir, on le porte dans une étuve à 50°, on l'humecte alors avec une petite quantité d'une solution de nitrate d'argent à 5 o/o, puis on ajoute une assez grande quantité d'une solution de chlorure de sodium à 10 o/o ; on laisse alors la réduction du chlorure d'argent se faire en exposant la préparation à une vive lumière. On dessèche à nouveau l'amidon et on monte dans le baume de Canada. On voit alors de nombreuses particules d'argent réduit, localisées dans les couches les plus avides d'eau du grain d'amidon (Zimmermann et Correns). Il est facile de s'expliquer ce qui se passe : la première dessiccation prive l'amidon de l'eau qu'il contient ; la petite quantité de solution de nitrate d'argent se porte dans les couches les plus avides d'eau, la solution de chlorure de sodium y précipite le sel d'argent et la réduction s'opère ensuite dans les couches mêmes où le précipité s'est formé.

Les grains d'amidon sont plus ou moins volumineux ; les plus gros atteignent 185 $\mu$, ils s'observent dans les organes souterrains (rhizomes, tubercules) ; les plus petits se trouvent dans les graines ; ils ont 2 $\mu$ (grain de *Bromus confertus*).

Ces grains sont simples ou complexes. Les grains simples n'ont qu'un centre organique, les complexes présentent plusieurs biles; chacun des biles a autour de lui une stratification indépendante, mais les strates les plus externes embrassent tous les biles.

Les grains d'amidon sont isolés ou réunis. Quant ils sont réunis, on peut les dissocier plus ou moins facilement et isoler les grains les uns des autres.

Les grains isolés sont toujours plus ou moins arrondis, ceux qui sont réunis en masse sont polyédriques, à contours anguleux.

Aussi l'amidon peut se reconnaître souvent sans le secours d'aucun réactif ; bien plus, la forme des grains, toujours identique à elle-même pour une plante donnée, peut permettre quelquefois de dire sur une simple coupe à quelle plante appartient

le tissu observé. On sait quels sont les résultats pratiques qui découlent de la connaissance des différentes formes affectées par les grains d'amidon de blé, d'avoine, de maïs, de riz, de pomme de terre, des Légumineuses, etc. Il y a là tout un côté pratique que nous ne devons pas aborder.

La simple inspection d'une coupe, quand l'amidon est bien caractérisé par la forme, par le hile et par les couches centriques, peut donc permettre de se prononcer et de se rendre compte dans quelles cellules il est localisé.

Dans les cas douteux, voici les caractères microchimiques auxquels on peut avoir recours :

I. — L'amidon est insoluble dans l'eau froide, la glycérine, l'alcool et l'éther.

L'eau chaude gonfle les grains d'amidon et les transforme en *empois*. Si on continue l'ébullition, l'eau finit, au bout d'un certain temps, par dissoudre l'amidon.

Une solution de potasse gonfle les grains d'amidon sans qu'il soit nécessaire de chauffer la préparation. Le gonflement est énorme ; à la longue et toujours à froid, la potasse dissout les grains d'amidon. Par la chaleur, le gonflement est rapide et la dissolution est hâtée.

II. — La réaction caractéristique de l'amidon est de bleuir par l'iode. Il faut employer une solution aqueuse, récente et diluée d'iode. Le meilleur moyen est de verser quelques gouttes d'une solution alcoolique d'iode (teinture d'iode de pharmacien) dans quelques centimètres cubes d'eau distillée. L'iode en excès se précipite et il en reste assez en dissolution dans l'eau.

L'amidon gonflé par l'eau chaude, c'est-à-dire l'empois d'amidon, une fois refroidi, se colore aussi par l'iode ; si on chauffe, cet empois d'amidon coloré se décolore, mais la coloration réapparaît lorsque la liqueur est refroidie sans qu'il soit nécessaire d'ajouter une nouvelle quantité d'iode.

L'amidon gonflé par la solution aqueuse de potasse ne se colore pas par l'iode ; l'iode se combine avec la potasse et forme un composé incolore (iodure de potassium avec un peu d'iodate).

III. — Si l'amidon est en très petite quantité, on peut faire usage d'une solution aqueuse et concentrée d'iode en augmentant la proportion dissoute de ce dernier corps, grâce à l'iodure de potassium. L'amidon se colore alors en bleu si intense que la coloration paraît noire.

IV. — L'amidon est quelquefois dissimulé par les matières albuminoïdes. Pour le mettre en évidence, on traite les coupes par une solution aqueuse d'hydrate de chloral, puis par la solution iodo-iodurée. Le chloral gonfle le grain qui, se colorant par l'iode, devient nettement visible.

On peut remplacer la solution d'hydrate de chloral par de l'eau de Javel (Heinricher).

V. — Enfin on peut faire usage de la lumière polarisée. Les grains d'amidon, observés à la lumière polarisée, présentent une croix noire dont les branches se croisent toujours au noyau. Si le noyau organique est situé au centre, le point d'intersection des branches se trouve au centre ; si le noyau est excentrique, le point d'intersection des branches est excentrique.

Par ce moyen, on peut toujours trouver la place du hile, alors même qu'il n'est pas directement visible. D'autre part, cette propriété optique des grains d'amidon prouve qu'ils doivent être considérés comme des sphérocristaux constitués par la juxtaposition de fins cristaux prismatiques, orientés perpendiculairement aux couches et rayonnant autour du centre.

VI. — L'amidon n'est pas toujours à l'état solide ; il est, parfois, normalement dissous dans tout le suc cellulaire (*Saponaria, Lychnis, Stellaria*, etc.) ou forme une couche appliquée contre la membrane cellulaire (Légumineuses, asques de divers Ascomycètes, etc.), ou encore imprègne la membrane cellulaire (*Boletus*). Ces divers états d'amidon peuvent être réunis sous le nom général d'*amyloïde* ou d'*anylise ;* ils sont mal connus, mais partagent avec l'amidon la caractéristique de se colorer en bleu par l'eau iodée.

VII. — D'autre part, il existe dans certaines plantes des corps stratifiés, arrondis, qui présentent avec l'amidon la plus grande ressemblance physique, mais ne réagissent pas de la même façon vis-à-vis de l'iode.

*a*) Le premier, que l'on rencontre dans quelques Champignons et la plupart des Floridées, est un corps qui ne bleuit pas par l'iode ; en présence de ce réactif, il prend une coloration jaune-rougeâtre ou rouge-brunâtre (brun d'acajou). C'est de l'amylodextrine. Il offre les différents aspects de l'amidon, c'est-à-dire qu'il se présente sous la forme de corps stratifiés, de petits granules, ou dissous dans le suc cellulaire.

*b*) Le second (le paramylon) se rencontre dans l'appareil sporifère en voie de développement de certains Champignons, où dans certaines Algues vertes (*Euglena*). Au contact de l'iode, il ne se colore pas du tout. Il a pourtant l'aspect stratifié ou granuleux de l'amidon. Le paramylon ne se modifie pas dans une solution de potasse à 5 o/o, mais il se dissout rapidement, sans se gonfler, dans une solution de potasse à 6 o/o (Klebs).

L'amylodextrine et le paramylon ne sont pas des principes médicamenteux, mais il est utile de pouvoir les distinguer de l'amidon, dont ils sont du reste très voisins.

*Localisation.* — Au moyen de ces divers réactifs, on verra que l'amidon se trouve localisé dans presque toutes les cellules d'un tissu. Dans les tiges et dans les racines, il est particulièrement contenu dans les cellules parenchymateuses de la moelle et de l'écorce interne et dans les cellules des rayons médullaires. Il existe aussi souvent dans les cellules parenchymateuses du bois, quelquefois dans le liber, mais il manque généralement dans les vaisseaux. Il peut former les 25 o/o du poids des tiges tuberculeuses (pomme de terre) et jusqu'aux 20 o/o de quelques racines hypertrophiées (*Jatropha Manihot*) (1).

Mais ces proportions s'élèvent rapidement si l'on s'adresse aux graines. Matière de réserve par excellence, l'amidon s'accumule en quantité énorme dans l'albumen ou les cotylédons de ces organes qui

(1) M. Van Tieghem donne pour le Manihot la proportion de 13,5 o/o d'amidon. D'après les renseignements que m'ont fournis les administrateurs des usines de tapioca de la Réunion, le rendement moyen des racines de *Jatropha* serait de 15 à 16 o/o, et ces Messieurs admettent que la racine contient environ 20 o/o d'amidon.

sont susceptibles de subir une période de repos et peuvent, dans des conditions spéciales, régénérer une plante semblable à celle dont ils sont issus. Ainsi la proportion d'amidon est de 60 o/o dans les grains d'avoine, de 70 à 77 o/o dans ceux du blé et de 85 o/o dans le riz.

Nous réunissons, à la fin de ce chapitre, les noms des plantes qui fournissent suffisamment d'amidon pour être exploitées. Nous indiquons par un **signe spécial** celles qui sont exploitées industriellement et dont les amidons sont le plus employés.

FRUITS ET GRAINES FOURNISSANT DE L'AMIDON PAR L'ALBUMEN OU LES COTYLÉDONS

**Triticum** (Blé) et surtout les Blés suivants:
*T. vulgare* L. (Froment).
*T. turgidum* L. et *T. compositum* L. (Pétanielle, gros blé, ou Poulard).
*T. durum* Desf. (Blé dur).
*T. polonicum* L. (Blé de Pologne).
Parmi les Epeautres :
*T. Spelta* L. (Epeautre).
*T. dicoccum* Schrank (Amidonnier, Emmer des Allemands).
*T. monococcum* L. (Locular, Engrain ou petite Epeautre, Einkorn des Allemands).
**Secale** *cereale* L. (Seigle).
**Hordeum** (Orge) et surtout : *H. vulgare* L. (Orge).
*H. distichum* L. (Orge à 2 rangs).
*H. Zeocriton* L. (Orge en éventail).
*H. hexastichum* L. (Escourgeon, Orge à 6 rangs).
**Avena** *sativa* L. et *A. orientalis* Schreber (Avoine et Avoine d'Orient).
**Oriza sativa** L. (Riz).
**Zea Mays** L. (Maïs, Blé de Turquie).
**Panicum** *miliaceum* L. (Millet).
**Pennisetum** *spicatum* (Panic africain).
**Setaria** *italica* Beauvois (Panic d'Italie ou Millet à grappe).
*Holcus Sorghum* L. (Sorgho, Dourra des Egyptiens).
— *saccharatus* L. (Sorgho sucré ou Dochka des Arabes).
*Phalaris canariensis* L. (Blé des Canaries).
*Eleusine Caracana* Gærtn. (Caracan de l'Inde).
*Castanea vulgaris* Lam. (Châtaigne, Marron).
*Amarantus frumentaceus* Roxb. (Kiery de l'Inde).
**Polygonum** *Fagopyrum* L. (Sarrasin, Blé noir).
— *tataricum* L. (Blé noir de Tartarie).
— *cymosum* Maissn.
— *emarginatum* Roth (Sarrasin émarginé).
*Quercus sessiliflora* Sm. } Chêne.
— *pedunculata* Ehrb. } Chêne.
*Æsculus Hippocastanum* L. (Marron d'Inde).
*Pachira aquatica* Aubl. (Châtaigne de la Guyane) (Malvacées Bombacées).

*Glycine subterranea* L. fil. (Voandzou de Madagascar).
*Dolichos Lablab* L. (Lablab de l'Inde) et Dolichos Soja L. (Soja).
**Phaseolus** sp. mult. (Haricots).
*Ceratonia Siliqua* L. (Caroubier).

PARTIES SOUTERRAINES FOURNISSANT DE L'AMIDON

1° Rhizomes et tiges souterraines:
**Maranta** *arundinacea* (Arrow-root des Antilles).
**M. nobilis** Moore (Arrow-root de la Nouvelle-Galle du Sud).
**M. Arounna** Aull. (Arrow-root de la Guyane).
*Phrynium dichotomum* Roxb.
**Curcuma leucorhiza** Roxb. et C. angustifolia Roxb. (Arrow-root de Malabar).
**C. rubescens** Roxb. (Arrow-root de Travancore).
**Tacca pinnatifida** Forst. (Arrow-root de Tahiti).
*Dioscorea sativa* L., *alata* L., *bulbifera* L. (Igname), (Dioscorées).
— *Batatas* L., *Japonica* L.
**Arum** *maculatum* L., (Arrow-root de Portham), *italicum* Lam., *canariense* (Aracées).
*Alocasia macrorhiza* Schott. (Alocase à grande racine, Apé des Tahitiens).
*Colocasia antiquorum* Schott (Arum esculentum L.), Colocase, Kandalla ou Gahala de Ceylan, Tallas des Malais, Imo du Japon, Tarro de Tahitiens.
*Amorphophallus campanulatus.*
*Hydrosme Rivieri* Engl. (Amorphophallus Koujak C. K.), Koujak des Japonais.
*Dracontium polyphyllum* (Aracées).
**Canna glauca** L. (Arrow-root d'Amérique).
**C. edulis** Ker. (Arrow-root de Tolomane).
**Alstrœmeria pallida**. (Arrow-root du Chili).
*Pancratium maritimum* L., bulbe.
*Gloriosa superba* L., (Amidon de l'Inde française).
*Fritillaria imperialis* L., bulbe.
*Aponogeton distachyum* Ant. (Arrow-root de l'Inde).
*Batatas edulis* Cholsi.
**Solanum tuberosum** L. (Pomme de terre).
2° Racines:
*Borassus flabelliformis* L.
**Manihot utilissima** L. (Cassave, Maussache, fécule de Manioc).
*Vicia sativa* L. (Vesce), *V. angustifolia* Roth. (Vesce des moissons).
*Cajanus indicus* Spr. (Cajan, Ambrevade, Pois pigeon).
**Pisum** *sativum* L. (Petit pois), *P. arvense* L. (Pois des champs).
*Ervum Lens* L. (Lentille).
*Faba vulgaris* Mœnch (Fève).
*Lathyrus sativus* L. (Gesse).
*Cicer arietinum* L. (Pois chiche),
*Mangifera indica* L. (Mangnier).
*Artocarpus incisa* L. (Arbre à pain).
— *integrifolia* L. (Jacquier).
*Sechium edule* Sw. (Chou-chaute ou Chagate).

*Dioon edule* (Arrow-root du Mexique).
*Zamia pumila* L., *Z. Lindleyi* Warez, etc.
*Cycas revoluta* (Sagou du Japon).
— *inermis* (Sagou de Cochinchine).

FRUITS FOURNISSANT DE L'AMIDON PAR TOUTES LEURS PARTIES

*Musa paradisiaca* L. (Arrow-root de la Guyane). — Cuoillir le fruit avant sa maturité, car, en mûrissant, l'amidon est transformé en sucre.

TIGES AÉRIENNES FOURNISSANT DE L'AMIDON

*Metroxylon (Sagus) Rumphii* Mart., *M. læve* Mart., *M. farinifera* Mart. (Sagoutier des Indes).
*Raphia Ruffia* Mart. (Raphia, Sagou de Madagascar).
*Areca oleracea* L.
*Arenga farinifera* Labill.
*Phœnix farinifera* Roxb.
*Caryota urens* L.
*Chamærops serrulata* (Arrow-root de la Floride).

BIBLIOGRAPHIE

**Aiton** (H.).— The assimilation of carbon by green plants from certan organic compounds (*Proced. of Ch. Roy. Soc.*, 1890).
**Belzung** (E.).— Recherches morphologiques et physiologiques sur l'amidon et les grains de chlorophylle. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7me sér., t. V., 1887).
— Nouvelles recherches sur l'origine des graines d'amidon et des grains chlorophylliens. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7me série, t. XIII, 1891).
— Remarques rétrospectives sur les corps bleuissants et leur classification. (*Journ. Bot. Morot.*, t. VI, 1892, p. 456).
— Sur la naissance libre des grains d'amidon et leur transformation en grains de chlorophylle ou chloroamylites. (*Journ. Bot. Morot*, t. I, 1887, pp. 86, 97).
— Développement des grains d'aleurone et structure protoplasmique en général chez quelques Papilionacées. (*Journ. Bot. Morot*, t. V, 1891, p. 85-109).
— Remarques sur le verdissement. (*Journ. Bot. Morot*, t. V, 1891, p. 350).
— Sur le développement de l'amidon. (*Journ. Bot. Morot*, t. VI, 1891, p. 5).
**Bokorny** (Th.).— Ueber Stärkebildung aus Formaldehyd. (*Berichte der deutschen botan. Gesell.*, t. IX, 1891, p. 103).
— Ueber Stärkebildung aus verschiedenen Stoffen. (*Berichte der deutschen botan. Gesell.*, t. VI, 1888, p. 116).
**Bourquelot** (Em.).— Sur la présence de l'amidon dans un champignon appartenant à la famille des Polyporées, le *Boletus pachypus Fr.* (*Bull. Soc. Mycol. Fr.*, t. VII, 1891, et *Journ. de Pharm. et de Chim.*, t. XXIV, 1891).

**Correns**.— Zur Kenntniss der inneren Struktur der vegetabilischen Zellmembranen. (*Pringsh. Jahrb.*, Bd. XXIII, p. 254).

**Dufour** (J.).— Recherches sur l'amidon soluble. (Lausanne, 1886).

**Eberdt** (O.). — Beiträge zur Enstehungsgeschichte der Stärke. (*Pringsh. Jahrb.*, t. XXII, 1890, p. 293).

**Fischer**.—Beiträge zur Physiologie der Holzgewebe. (*Pringsh. Jahrb.*, 1890, t. XXII).

**Heinricher** (E.).— Verwendbarkeit der Eau de Javelle zum Nachweis kleiner Stärkemengen. (*Zeitschr. für. wiss. Mikrosk.*, Bd. III, p. 213).

**Klebs**.— Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen. (*Unterusch. a. d. bot. Institut zu Tübingen*, Bd. I, p. 233).

**Koningsberger** (J.-C.).— Recherches sur la formation de l'amidon chez les Angiospermes. (*Archives néerlandaises*, t. XXVI, p. 217-258).

**Meyer**.— Ueber Stärkekorner welche sich mit Iodrot färben. (*Berichte der deutsch. bot. Ges.*, 1886, p. 337).

— Das Chlorephyllkorn. Leipzig, 1883 (Analyse dans Zeitschr., f. wiss. Mikrosk. Bd. I, p. 302).

**Nadson** (G.).— La formation d'amiden aux dépens de substances organiques dans les cellules vertes des plantes. (*Ann. des Trav. Sc. Nat. de Saint-Pétersbourg*, 1889).

**Schimper** (F.-W.).— Sur l'amidon et les leucites. (*Ann. Sc. nat.*, 7[me] série, Bot., 1887, t. VI, p. 77).

**Winterstein** (E.).— Ueber das pflanzliche Amyloïd. (*Berichte der deutschen chemische Ges.*, 1892, N° 6).

**Zopf**.— Die Pilzthiere oder Schleimpilze. (*Schenk's Handbuch.*, Bd. III.

---

CHAPITRE III

# GOMMES, MUCILAGES ET MATIÈRES PECTIQUES

L'origine des gommes et des mucilages est directement liée à l'histoire physiologique de la membrane, sur laquelle les nombreux et récents travaux de M. Mangin ont jeté le plus vif intérêt. Jusqu'à ces dernières années, on admettait que la membrane était composée de cellulose ou de variétés de cellulose, et on décrivait plusieurs espèces de cellulose.

La question est clairement résumée dans le traité de botanique de M. Van Tieghem (1); rappelons brièvement ces données classiques.

La membrane est composée de cellulose. La cellulose répond à la formule $(C^6H^{10}O^5)^n$, c'est-à-dire qu'elle est une sorte de polymérisation de l'amidon. Il en existe plusieurs sortes :

1° Une cellulose attaquable par le *Bacillus Amylobacter* (membrane des cellules des tubercules de pomme de terre, de l'amande des graines, du parenchyme des feuilles, etc.);

2° Une cellulose non attaquable par le *Bacillus Amylobacter* (membrane des fibres libériennes des laticifères, etc.). Ces deux celluloses peuvent se rencontrer dans une même membrane, puisque le *Bacillus Amylobacter* ne dissocie souvent que les cellules d'un tissu. Ces deux variétés de cellulose sont solubles dans la solution cupro-ammoniacale (liq. de Shweizer). Elles bleuissent sous l'action successive du chlorure de zinc et de l'iode ou de l'acide sulfurique et de l'iode. C'est la cellulose proprement dite ;

3° Beaucoup de membranes sont formées par une cellulose plus condensée, non soluble dans la liqueur cupro-ammoniacale, non attaquable par le *Bacillus Amylobacter,* non colorable en bleu par le chlorure de zinc ou les acides étendus ; elle se colore en bleu par l'iode. C'est la *paracellulose* ;

4° La *métacellulose* ; celle-ci ne bleuit pas par l'iode après ébullition

(1) Van Tieghem. — Traité de botanique, 2e édition, 1891, p. 558

dans les acides ou après traitement par un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse. Pour la ramener à l'état de vraie cellulose, il faut, après l'avoir fait bouillir dans les acides étendus, la laisser plusieurs semaines dans la potasse concentrée, qu'on renouvelle très souvent, et terminer l'opération par une ébullition dans la potasse. Alors, la membrane de métacellulose bleuit par le chlorure de zinc iodé (Richter). Cette membrane s'observe chez la plupart des Champignons ;

5° Enfin, une dernière cellulose forme la membrane de certains Champignons-Lichens (*Cetraria, Peltigera*, etc.); elle bleuit directement par l'iode seul, comme le fait l'amidon.

M. Van Tieghem conclut ainsi : « En résumé, on voit que l'hydrate de carbone $(C^6H^{10}O^5)^n$ entre dans la constitution de la membrane au moins sous quatre états de condensation différents, le degré inférieur se confondant avec l'amidon ; chacun de ces états peut d'ailleurs offrir, comme on l'a vu pour la cellulose proprement dite, plusieurs modifications secondaires.» Mais, dès le mois de juillet 1888, M. Mangin, dans une communication à l'Académie des Sciences, annonçait une constitution différente de la membrane. Depuis cette date, l'auteur a poursuivi sans relâche ses recherches sur la membrane ; les résultats auxquels il est arrivé sont importants ; ils éclairent d'un jour tout nouveau les travaux des chimistes sur cette question, confirment et expliquent surtout ceux de Frémy ; il en découle aussi de nouvelles idées sur les gommes et les mucilages.

Les substances fondamentales qui constituent la membrane des cellules chez les végétaux sont au nombre de trois : la cellulose, la pectose et la callose (1).

Ces trois substances fondamentales existent, soit isolées, soit unies dès l'origine de la membrane ; elles peuvent se conserver avec toute leur pureté dans un grand nombre de tissus adultes ; ce sont elles qui sont susceptibles de s'imprégner de matières accessoires, comme la lignine ou la subérine, ou de matières incrustantes, comme

(1) Il existerait aussi une quatrième substance fondamentale qui aurait les mêmes réactions colorantes que la pectose : la *gélose*, qui existe chez les Algues, mais M. Mangin n'a encore pu trouver les caractères distinctifs de cette substance. « En ce qui concerne la gélose, sa solubilité dans les acides phosphorique, sulfurique, chlorhydrique, etc., l'écarte des composés pectiques et, malgré la similitude des réactions colorantes, doit former, ainsi que le mucilage d'un grand nombre d'Algues, un groupe à part (in litt., mars 1894).

le carbonate de chaux. Dans ces cas, on peut toujours ramener à leur état de pureté les substances fondamentales et les caractériser alors par leurs réactions respectives.

Voici, d'après les travaux de M. Mangin, les caractères distinctifs de ces trois substances fondamentales :

*La cellulose.* — La *cellulose* est incolore, amorphe ; elle est insoluble dans les dissolvants ordinaires (eau, alcool, alcalis et acides) et soluble dans la liqueur cupro-ammoniacale (réactif de Schweizer) ; les agents oxydants la transforment d'abord en oxycellulose soluble dans les alcalis, puis en acide oxalique. Enfin, l'acide sulfurique ou le chlorure de zinc la transforment en hydrocellulose (amyloïde), qui se colore en bleu par l'iode ; c'est à cet état d'hydrocellulose que l'affinité de la membrane pour les matières colorantes est maxima. L'hydrocellulose n'est pas soluble dans les alcalis étendus. Cependant, certaines variétés de cellulose, résultant soit de la polymérisation des corps cellulosiques, soit de la présence des matières incrustantes, ne se transforment pas facilement en cette sorte de corps (métacellulose de Frémy, par exemple).

Si on veut ramener ces variétés à l'état d'hydrocellulose, il vaut mieux, au lieu de s'adresser aux acides ou aux chlorures métalliques, opérer de la façon suivante : on laisse macérer les tissus dans une solution alcoolique saturée de potasse ou de soude caustique, après avoir pris soin de placer les coupes dans l'alcool absolu pour éviter la dilution de l'alcali dans l'eau et le raccornissement des tissus. Cette macération faite, les membranes cellulosiques se colorent par les colorants de la cellulose.

Ces colorants sont, d'une part, les réactifs iodés : chlorure de zinc iodé, chlorure de calcium iodé, acide sulfurique iodé, acide phosphorique iodé, etc. ; d'autre part, les matières colorantes organiques : les unes colorent la cellulose dans un bain acide ou neutre (orseilline BB, noir naphtol, les crocéines, etc.), les autres la colorent dans un bain alcalin (rouge Congo, Congo-Corinthe, les Benzoazurines). L'affinité de la cellulose pour les matières colorantes acides est donc manifeste. Enfin, elle n'est pas attaquée par le *Bacillus Amylobacter*.

*La pectose et les composés pectiques.* — La *pectose* est un composé peu connu : incolore, amorphe, le plus souvent intimement unie à la

cellulose, elle est transformée en *pectine* soluble dans l'eau ou en acide pectique soluble dans les alcalis par tous les agents chimiques qui permettraient de séparer ces deux corps. Avec les matières oxydantes, elle donne, non de l'acide oxalique, mais de l'acide mucique. Elle est insoluble dans la liqueur cupro-ammoniacale et se gonfle simplement sous l'action de ce réactif ; de plus, sous l'influence de l'ammoniaque contenue dans le réactif de Schweizer, la pectose subit une transformation moléculaire qui la rapproche beaucoup de l'acide pectique, car elle se dissout alors dans les alcalis. La pectose et les composés pectiques ne se colorent pas ou se colorent faiblement en jaune par les réactifs iodés. Les colorants organiques qui se fixent sur les membranes pectosiques appartiennent tous à la série basique ; les principaux sont : le brun vésuvien, la chrysoïdine, les bleus Victoria, la fuchsine, le violet de Paris, le bleu de naphtylène, le bleu de méthylène, les safranines, etc. Les affinités de ces matières colorantes pour les composés pectiques sont faibles ; un excès d'acide, la glycérine, l'alcool, amènent plus ou moins rapidement la décoloration de la membrane, les coupes doivent être placées dans une solution d'acide acétique ne dépassant pas 1/2 o/o. Du reste, ces matières colorantes se fixant aussi sur les corps azotés et sur les substances accessoires de la membrane (cutine, lignine, subérine), il faut surtout faire usage des colorants suivants : la safranine, qui colore les composés pectiques en jaune-orangé ; le bleu de méthylène, le bleu de nuit et le bleu de naphtylène R en cristaux, qui les colorent en bleu violacé, et le rouge de ruthénium (oxychlorure ammoniacal de ruthénium), qui colore les membranes pectiques en rouge (1).

Les acides à chaud ou une longue macération dans les alcalis à froid rendent les composés pectiques solubles dans les alcalis étendus (potasse, soude, ammoniaque), dans les sels alcalins (carbonates, phosphates, savons, etc.), dans les sels ammoniacaux à acides organiques (oxalates, citrates, etc.).

Les composés pectiques sont attaqués par le *Bacillus Amylobacter*. C'est donc la cellulose attaquable par le *Bacillus Amylobacter* de M. Van Tieghem.

*La callose.*—La *callose* est la troisième substance fondamentale que

(1) Parmi tous ces colorants, le rouge de rhuténium est le seul qui permette de déshydrater les coupes et de les monter dans le baume de manière à avoir une préparation inaltérable.

l'on rencontre dans la membrane. On ne connaît pas plus sa composition chimique que celle de la pectose. Les caractères sont les suivants: elle est incolore et amorphe comme les deux autres substances précitées, insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans le réactif de Shweizer, même après l'action des acides (caractère qui la distingue de la cellulose). Elle est au contraire très soluble dans la soude ou la potasse caustique froide à 1 o/o, soluble à froid dans l'acide sulfurique, le chlorure de calcium, le bichlorure d'étain concentré.

Elle est insoluble à froid dans les carbonates alcalins, l'ammoniaque ; ces composés la gonflent et la rendent gélatineuse (caractère qui la distingue des composés pectiques).

L'azobleu, l'azoviolet, la benzoazurine colorent différemment la cellulose et la callose ; ils ne colorent pas les composés pectiques.

Les bleus solubles (bleu alcalin, bleu de Nicholson, etc.) et les bleus de Bayer colorent la callose en bleu-verdâtre ; ils ne colorent pas la cellulose ni les composés pectiques ; il en est de même de l'acide rosolique.

Les réactifs iodés la colorent en jaune.

Elle n'est pas attaquée par le *Bacillus Amylobacter*. Elle correspond à la métacellulose de M. Van Tieghem.

Il est donc possible de se rendre compte de l'existence de ces trois corps et d'étudier leur répartition dans les tissus végétaux ; or, il résulte des travaux de M. Mangin que ces trois substances existent rarement isolées ; elles sont généralement unies deux par deux.

La plupart des tissus végétaux adultes ont des membranes constituées par un mélange intime de cellulose et de composés pectiques ; seule, la lamelle moyenne qui unit les cellules entre elles est formée par un composé pectique pur (le pectate de chaux) ; cette lamelle moyenne de pectate de chaux sert de ciment aux cellules d'un tissu.

La cellulose compose rarement à elle seule toute la membrane ; dans ce cas même, la pectose existe souvent à la surface de la membrane cellulosique (poils de coton, fibres libériennes de quelques plantes) ; c'est ce qui explique pourquoi le *Bacillus Amylobacter* désagrège certains tissus et isole les cellules les unes des autres. Dans le rouissage du chanvre et du lin, par exemple, le *Bacillus*, n'attaquant que les composés qui unissent les cellules entres elles, permet l'isolement des fibres libériennes à membranes cellulosiques.

Les composés pectiques forment aussi quelquefois à eux seuls les

membranes cellulaires; ainsi, presque toutes les membranes gélifiables sont entièrement constituées par eux ; par contre, ils manquent dans les membranes lignifiées et subérifiées.

La callose se trouve rarement dans les Phanérogames ; on ne la rencontre que dans le cal des tubes criblés, dans les membranes gélifiables des cellules-mères des grains de pollen, dans les grains de pollen où elle forme quelquefois un revêtement continu à la face interne du tube pollinique et dans les membranes incrustées de carbonate de chaux (cystolithes, poils de Borraginacées, etc.). Elle est très répandue, au contraire, chez les Champignons, où elle constitue presque toute la membrane du mycélium et des organes de fructification ; elle peut être alors unie à la cellulose (filaments conidifères des Péronosporées) ou à des composés pectiques (*Polypores* et *Dædalea quercina*).

On peut déjà concevoir toute l'importance de ces données nouvelles sur la constitution de la membrane cellulaire des végétaux au point de vue spécial qui nous occupe. Les affinités diverses de ces trois corps pour les matières colorantes usitées en microchimie permettront de se rendre un compte plus exact de la constitution des mucilages et des gommes: suivant que tels ou tels colorants se porteront sur tel ou tel mucilage ou sur telle ou telle gomme, nous pourrons déduire de quelle substance fondamentale elle dérive.

La membrane cellulaire peut être directement employée en pharmacie sans qu'on puisse la considérer comme un principe médicamenteux proprement dit. Elle fournit le tissu du lin et du chanvre et surtout du coton.

Le coton est formé par les poils qui recouvrent les graines de divers *Gossypium* (*G. herbaceum* L., *G. Barbadeuse* L., *G. arboreum* L., *G. vitifolium* L. et *G. peruvianum* Cav.) ; sauf une légère couche externe de pectose, les membranes de ces poils sont constituées par de la cellulose pure. Le coton sert en pharmacie pour les pansements ; il sert aussi à former des éthers cellulosiques (fulmicoton) avec l'acide nitrique. Le fulmicoton est la base du collodion. En dehors de ces usages de la cellulose pure, la membrane cellulaire des végétaux produit des gelées, des mucilages et des gommes.

La question des mucilages et des gommes est une des plus obscures de la matière médicale. Nous allons cependant essayer de résumer leur histoire.

*Mucilages.* — Les mucilages proviennent, en général, des transformations de la membrane. Ce sont toujours des produits complexes sur lesquels les données chimiques sont vagues et contradictoires.

En 1875, M. Giraud proposait la classification suivante :

*Mucilages purs.* — 1° Principe toujours insoluble dans les acides étendus : cellulose du mucilage de coing, etc.

2° Principe toujours insoluble dans les alcalis, transformé à chaud par les acides étendus, en glucose et en une dextrine : mucilages de lin, de Fucus, etc.

3° Principe soluble à chaud dans les alcalis concentrés et transformé par les acides en glucose et en une dextrine : mucilage de coing, etc.

C'est une des seules qui ait pour base une donnée chimique. Nous donnons plus loin une classification inédite due à M. Mangin et que ce savant a bien voulu nous permettre de publier. Montrons d'abord, d'après le seul exemple que M. Mangin ait publié jusqu'à ce jour, quels sont les procédés suivis par lui. Le mucilage de la graine de lin est le sujet de son travail. Cette étude offre le plus vif intérêt pour nous, non seulement à cause de sa valeur intrinsèque, mais parce qu'elle traite du mucilage le plus employé en pharmacie.

*Mucilage de la graine de lin.* — Si l'on fait une coupe transversale dans une graine de lin (*Linum usitatissimum*), on voit, à l'extérieur, une assise de grandes cellules, un peu plus longues que larges ; les membranes qui les constituent sont très particulières. Tandis que les parois internes et latérales sont minces, la paroi externe est très épaisse et remplit complètement la cavité cellulaire. Cette membrane externe peut être divisée en deux zones :

1° Une zone externe mince, que l'on peut appeler la membrane primaire, et qui se subdivise elle-même en deux couches : une mince couche superficielle cutinisée, se colorant en jaune sous l'action de l'acide phosphorique iodé, et une couche un peu plus épaisse qui, sous l'action de l'acide phosphorique iodé, se gonfle beaucoup, prend une apparence stratifiée et se colore en bleu foncé ;

2° Une zone interne située immédiatement au-dessous de la membrane primaire : c'est la membrane secondaire ; elle a une apparence stratifiée ; toutes les strates convergent latéralement vers un même point de la paroi radiale. Ce point d'attache des strates de la paroi secondaire externe est situé vers la partie interne de la cellule, juste

au point où la paroi radiale s'épaissit et se subérifie pour se continuer avec la paroi interne également subérifiée, de telle sorte que les strates les plus externes sont fortement courbées en accent circonflexe, présentant leur convexité vers la partie externe, tandis que les strates internes appliquées contre la paroi interne (bien qu'appartenant toutes à la paroi secondaire externe) (1) sont presque rectilignes ou légèrement bombées, mais présentent leur convexité vers la partie interne.

Les colorants montrent que ces couches secondaires, remplissant complètement les cellules épidermiques à la maturité de la graine, se composent de pectose et de cellulose. Les strates les plus externes sont riches en pectose, les strates moyennes en contiennent encore, mais sont plus riches en cellulose.

Au-dessous de cette assise épidermique, se trouve une couche composée de deux assises de cellules parenchymateuses à parois minces. Ces trois assises de cellules appartiennent au tégument externe. Le tégument interne débute par une assise de cellules à parois épaisses et sclérifiées, beaucoup plus longues que larges (Godfrin). La quatrième couche est formée de cellules écrasées et vides, réduites à leurs membranes ; enfin la cinquième, qui est la dernière assise du tégument interne (Guignard), est constituée par des cellules rectangulaires, remplies d'une matière brune. C'est cette assise qui, par transparence, communique à la graine sa couleur brune. On rencontre au-dessous un albumen huileux et riche en aleurone. L'assise épidermique seule donne naissance au mucilage. La membrane primaire, tant la partie cellulosique que la partie cutinisée, ne participe pas à la formation du mucilage. La membrane secondaire le forme et s'échappe en brisant la membrane primaire. Au moyen des colorants, M. Mangin a pu découvrir de la pectose et de la cellulose dans cette membrane secondaire ; la pectose est plus abondante que la cellulose, car le mucilage ne donne pas la coloration bleue caractéristique de la cellulose par l'acide phosphorique iodé, tandis que le rouge de ruthénium caractéristique des composés pectiques la colore bien. On peut donc dire que le mucilage de la graine de lin est un mucilage pectoso-cellulosique.

(1) M. Frank pensait que la membrane interne s'épaississait aussi dans une certaine mesure. M. Mangin a montré qu'elle restait mince, se subérifiait et n'était pourvue d'aucune couche secondaire.

Les recherches chimiques également entreprises par M. Mangin confirment entièrement les résultats qu'il avait obtenus par les réactions colorantes. Comme le mucilage paraît contenir des hydrates de carbone, que ces corps fournissent par hydratation des sucres, et que ces sucres sont nettement caractérisés par les osazones qu'ils fournissent avec la phénylhydrazine (1), M. Mangin est allé directement à la recherche des osazones. Il en a trouvé trois : une première en faible proportion, la glucosazone fournie par le glucose ; une seconde en grande quantité, l'arabinosazone fournie par l'arabinose et une troisième, obtenue aussi en grande quantité, fondant de 140 à 145°, fournie par un sucre que l'auteur n'a pu encore isoler. « L'analyse chimique, dit M. Mangin, confirme donc les résultats de l'analyse microscopique et démontre que la composition du mucilage de la graine de lin est hétérogène. »

Un certain nombre de graines produisent du mucilage dans les mêmes conditions que la graine de lin ; on a ainsi les mucilages de la graine de coing, des graines de Crucifères, de la graine du *Plantago Psyllium*, toutes produites par l'épiderme de la graine ; ailleurs, les cellules de l'albumen peuvent donner naissance au mucilage (*Trigonella*). Chez d'autres plantes, les cellules mucilagineuses peuvent être répandues dans différents organes ; dans la racine de guimauve, ce sont certaines cellules du liber et du bois ; dans les tubercules d'*Orchis* fournissant le *Salep*, ce sont quelques cellules parenchymateuses du tissu fondamental de ces tubercules ; dans la feuille du *Bucco*, ce sont aussi certaines cellules du parenchyme foliaire ; ce sont enfin plusieurs cellules mucilagineuses du rhizone des *Symphytum*.

Bien que la question des mucilages ne soit pas encore résolue, voici la classification provisoire proposée par M. Mangin (2).

1° Mucilages purement cellulosiques : ne possédant que les réac-

(1) C'est grâce aux travaux de M. Fischer que l'on peut ainsi caractériser les sucres par leur osazone. On trouvera un résumé français des importants travaux de cet auteur dans un mémoire de M. Ch. Astre, intitulé : «Alcools aldéhydes et alcools acétones.» Montpellier, 1894.

(2) Il est bien entendu que cette classification, basée sur une première étude, pourra être ultérieurement modifiée par l'auteur qui fait du reste toutes ses réserves à ce sujet. (Lettre du 3 février 1894). Je saisis ici l'occasion d'adresser mes sincères remerciments à M. Mangin.

tions de la cellulose (propriétés colorantes et optiques) à l'exclusion de celles des composés pectiques : *Mucilage des bulbes d'Orchidées.*

2° Mucilages pectiques : possédant exclusivement les réactions des composés pectiques (rouge de ruthénium et divers colorants basiques), ils ne contiennent pas de cellulose : *mucilages des Malvacées, des Œnothera, du Symphytum, de quelques Rosacées*, etc.

3° Mucilages mixtes : renfermant à la fois de la cellulose et des composés pectiques ; ayant par suite toutes les réactions de ces deux substances et passant insensiblement soit aux mucilages pectiques, soit aux mucilages cellulosiques :

*a*) passant aux mucilages pectiques : *mucilages de la graine de lin, du Plantago Psyllium.*

*b*) passant aux mucilages cellulosiques : *mucilages de la graine de coing, des Sinapis*, etc.

4° Mucilages callosiques : caractérisés par une liquéfaction plus ou moins complète suivant le degré de maturité des organes où on le rencontre : *membranes des cellules mères polliniques, du sporange des Mucoracées* (*Mucor, Phycomyces*, etc.)

L'originalité de cette classification réside justement dans ce que chaque classe indique l'origine et la composition du mucilage. Nous avons vu que le mucilage de la graine de lin a été jusqu'ici le seul étudié par M. Mangin ; les résultats microscopiques et chimiques sont pleinement d'accord. Nous ne doutons pas que les publications ultérieures de cet auteur ne confirment les premières idées qu'il a formulées.

*Mucilage des Algues.* — Dans cette classification, nous n'avons pas mentionné le mucilage fourni par les Algues. Cependant toutes ces plantes donnent d'abondants mucilages ; mais, comme nous l'avons fait remarquer précédemment, nous croyons devoir réserver cette question. Dans ces plantes, en effet, la membrane paraît formée par de la cellulose unie à une quatrième substance fondamentale, la gélose, voisine des composés pectiques, mais s'en distinguant par certaines réactions.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons dire que toutes les membranes de ces plantes ont une grande tendance à se gélifier : aussi, depuis longtemps, leur emploi est-il vulgarisé ; il suffit de citer le *Carragaen* et

l'*Agar-Agar* pour rappeler les propriétés mucilagineuses de ces plantes.

Chez quelques Laminariacées, il existe un système sécréteur mucifère très remarquable et susceptible d'augmenter la quantité de mucilage qu'elles fournissent. On connait, depuis de récentes recherches publiées par M. Guignard, le développement et la structure de ces canaux mucifères. Nous allons résumer d'une manière succincte ce qu'ils ont de spécial. Ils forment, au début, des méats lenticulaires constitués par gélification de la lamelle moyenne de la cloison radiale commune à deux cellules épidermiques. A mesure qu'ils grandissent, ils sont refoulés dans l'intérieur des tissus, par suite des cloisonnements successifs de l'assise épidermique. Plus tard, ils différencient, vers la base seulement de la cavité mucifère, un petit groupe de cellules sécrétrices spéciales qui restent localisées en un seul point et ne se distribuent jamais au pourtour de la cavité.

Ces canaux s'anastomosent entre eux et forment un réseau mucifère dans la région corticale. Le mucus sécrété ne s'écoule pas librement au dehors, l'épiderme de l'organe les séparant toujours de l'extérieur.

Le mucilage sécrété se colore avec le vert de méthyle acidulé par l'acide acétique ; il se colore facilement aussi par le violet d'éthyle, le violet de gentiane, le dahlia, etc.

*Gommes.* — La question des gommes est encore moins élucidée que celle des mucilages.

Après une étude analytique des nombreuses publications faites sur les gommes, on ne peut entreprendre de donner un résumé clair de la question. Cependant on s'accorde à voir un rapport étroit entre les gommes et les mucilages.

Hugo Mohl a nettement exprimé cette opinion dans son important mémoire sur la gomme adragante. Cette gomme est produite par les cellules de la moelle et des rayons médullaires de la tige de plusieurs *Astragalus*. Au début, ces cellules sont pourvues de membranes minces, mais elles acquièrent peu à peu des membranes plus épaisses et stratifiées. Ce sont ces membranes secondaires qui se gommifient tout d'abord, la membrane primaire résistant longtemps sous forme d'un fin réseau. La gomme adragante est donc bien produite par la membrane.

Parmi les travaux qui ont été publiés après celui de H. Mohl, il

faut citer ceux de M. Wigand et de M. Frank, qui ont étendu leurs observations sur la gomme arabique et la gomme des Rosacées. M. Wigand considère toutes ces gommes comme provenant uniquement de la désorganisation des parois cellulaires. M. Frank admet aussi la désorganisation des parois cellulaires, mais il considère que la gomme peut aussi provenir de la transformation des grains d'amidon ; «même dans les tissus situés loin des parties modifiées en gomme, dit-il, on trouve des corpuscules de gomme à la place des grains d'amidon»; pour cet auteur, la gomme résulte non seulement de la transformation de la membrane, mais aussi de celle du suc cellulaire.

M. Prillieux publia, en 1875, des résultats différents. S'occupant exclusivement de la gomme des arbres fruitiers, il rapporte sa production à une maladie qui se manifesterait dans les vaisseaux par dépôt spécial sans *désorganisation de la membrane*, tandis que dans les cellules parenchymateuses du bois, il y a une relation directe entre la disparition de l'amidon et l'apparition de la gomme, sans que chaque grain de fécule soit changé directement en une sorte de grain-gomme. En même temps, par la désorganisation d'une partie de la membrane (de la lame intercellulaire et de certaines couches de la membrane cellulaire seulement), des lacunes se forment dans le bois.

A propos de ce mémoire, M. Trécul, rappelant les observations antérieures faites par lui, écrivait aussi : «Je crois donc être autorisé à penser qu'il existe des matières gommeuses constituant des cellules vivantes, sécrétées par elles par conséquent, et d'autres matières gommeuses résultant de la désorganisation des membranes de cellulose.»

M. Wiesner, ayant obtenu une coloration violette en traitant à chaud de la gomme arabique par de l'acide chlorhydrique et de l'orcine, a conclu que la gomme renferme un ferment et que ce ferment aurait le pouvoir de transformer la cellulose en gomme et en mucilage.

M. Reinitzer pense aussi que les gommes arabiques des *Prunus* contiennent un ferment qui saccharifie l'amidon comme le fait la diastase.

M. Guignard a obtenu la réaction indiquée par M. Wiesner avec plusieurs gommes : gomme arabique, gomme adragante, gomme de *Bassora*, gomme d'Amygdalées, gomme de *Cactus*, gomme de *Feronia*. Avec le naphtol-$\alpha$, il a obtenu des colorations voisines de celles

qui sont fournies par l'oreine, quoique d'un bleu plus foncé. Il pense cependant que ces réactions sont dues à la présence de la phloroglucine dans les gommes.

Les travaux les plus récents n'ont pu encore trancher la question. Cependant M. Mangin croit que « les mucilages passent aux gommes de la manière suivante : les mucilages pectiques à la gomme arabique et à la gomme du pays, et les mucilages mixtes (cellulosiques et pectiques) à la gomme adragante (1) ».

On sait depuis longtemps quelles sont les régions de la tige qui produisent la gomme.

*La gomme adragante*, fournie par les *Astragalus*, provient de la moelle et des rayons médullaires des tiges.

*La gomme arabique*, fournie par les *Acacias*, provient de l'écorce et du liber des tiges.

*La gomme du pays*, fournie par les Rosacées, provient du bois des tiges.

Cette localisation des tissus susceptibles de produire la gomme explique pourquoi il est souvent nécessaire de provoquer par des entailles assez profondes l'écoulement de la gomme adragante, tandis que la gomme arabique et la gomme du pays exsudent naturellement.

*Application*. — La propriété que possèdent certaines membranes de se gonfler a été utilisée en pharmacie pour la préparation des mucilages.

La connaissance du siège de ces produits permet de se rendre compte de la nécessité d'inciser profondément les Astragales pour obtenir de la gomme adragante, et explique pourquoi la gomme arabique et la gomme du pays s'écoulent spontanément des *Acacias* et de nos arbres fruitiers.

Les nouvelles recherches de M. Mangin confirment entièrement les résultats trouvés par M. Frémy qui rapportait à la pectose les gelées obtenues avec des fruits tels que les groseilles et les coings. Ces gelées corespondent aux mucilages pectiques de M. Mangin. Il est probable que ce dernier auteur, en poursuivant ses recherches sur la membrane des Algues, pourra bientôt donner des caractères distinctifs et des méthodes exactes pour caractériser la gélose et les mucilages des Algues.

(1) Lettre du 3 février 1894.

## BIBLIOGRAPHIE

**Arbaumont** (J. d').— Nouvelles observations sur les cellules à mucilage des graines de Crucifères. (*Ann. Sc. nat. bot.*, 7me sér., t. XI).

**Cramer** (C.).— Ueber das Vorkommen und die Entstehung einiger Pflanzenschleime. (Pflanzenphysiologische Untersuchungen von C. Nägeli und C. Cramer. Heft. 3, 1855, p. 1-9).

**Frank** (A.-B.).— Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetalischen Schleime. (*Pringsheim's Jahrbücher*, t. V, pp. 161-200. 2 pl.) 1866-1867).

— Zur Kenntniss der Pflanzenschleime. (*Journ. für prakt. Chem.* (Erdmann), Bd. 95, 1865, p. 479).

**Fremy**.— Structure de la plante. (Encyclopédie chimique, t. IX, 2me sect., 1er fasc. 1893).

**Giraud**.— Etude comparative des gommes et des mucilages. (Thèse de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, 1875).

**Godfrin** (J.).— Etude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes. (Nancy, 1880).

**Guignard** (L.). — Observations sur l'appareil mucifère des Laminariacées. (*Ann. des Sciences nat. Bot.*, 7me série, t. XV).

**Guignard** et **Colin**.— Sur la présence de réservoirs à gomme chez les Rhamnées. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXV, 1888).

**Hofmeister** (W.).— Ueber die zu Gallerte aufquellenden Zellen der Aussenflaeche von Samen und Pericarpien. (*Berichte d. k. saechs. Gesellschaft d. Wissenschaften*; *Cl. math. physik.*, 20 févr. 1858, p. 18-37, pl. I).

**Karsten**.— Ueber Entstehung des Wachses, Gummi und Schleies. (*Bot. Zeitung*, 1857).

**Kirchner** (W.).— Untersuchungen über den Pflanzenschleim. (Inaugural Dissertation), Göttingen, 1874.

**Kützing**.— Grundzüge der philosophischen Botanik.

**Mangin** (L.).— Sur les réactifs iodés de la cellulose. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXV, 1888, p. 421-426.

— Sur la constitution de la membrane des végétaux. (*C. R. Ac Sc. Paris*, juillet 1888), et, dans ce recueil, nombreuses notes à partir de cette date durant les années 1890, 1891, 1892 et 1893.

— Observations sur la membrane du grain de pollen mûr. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXVI, 1889).

— Sur la désarticulation des conidies chez les Péronosporées. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXVIII, 1891).

— Etude historique et critique sur la présence des composés pectiques dans les tissus végétaux. (*Journ. de Bot.* (Morot), t. V, 1891, p. 400-440, t. VI, 1892, p. 12).

— Propriétés et réactions des composés pectiques. (*Journ de Bot.* (Morot), t. V 1892, pp. 206, 285, 363).

**Mangin** (L.).— Observations sur la constitution de la membrane. (Ext. des *Atti del Congresso Botanico internazionale*, Genova, 1892).

— Observations sur la présence de la callose chez les Phanérogames. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXIX, 1892).

— Sur les cellules mucifères et résinifères du Taxus baccata. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XL, 1893, p. 313).

— Nouvelles observations sur la membrane. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XL, 1893, p. 273).

— Recherches sur les composés pectiques. (*Journ. de Bot.* (Morot), t. VII, 1893, pp. 37, 121 et 325).

— Observations sur l'assise à mucilage de la graine de lin. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XL, 1893).

**Guignard** (L.).— Recherches sur le développement de la graine et en particulier du tégument séminal. (*Journal de Bot.* (Morot), t. VII, 1893).

**Martins**.— Sur un mode particulier d'excrétion de la gomme arabique produite par l'*Acacia Verek* du Sénégal. (*Revue des Sc. nat. de Montpellier*, t. III, 1874, p. 553).

**Mohl** (H.).— Untersuchungen über die Entstehungswüse der Tragsnthgummi. (*Bot. Zeitung*, 1857).

**Möeller**.— Ueber die Entstehung des Akaziengummi. (*Sitz. d. k. Akad. de Wiss. Wien*, 1875, p. 219).

**Prillieux** (Ed.).— Etude sur la formation de la gomme dans les arbres fruitiers. (*Annales Sc. nat. Bot.*, 6[me] série, t. I, 1875, p. 176).

**Redlin** (A.).— Untersuchungen über das Stärkemehl und den Pflanzenschleim der Trehalamanna. 8° 66 p. Dorpat, 1891.

**Reinitzer** (Fr.). — Ueber die wahre Natur des Gummifermentes. (*Zeitschrift f. physiol. Chemie*, Bd. 14, 1890, p. 453).

**Schmidt**.— Ueber Pflanzenschleim und Bassorin. (*Ann. de Chem. und Pharm.* 1844), p. 53-54.

**Schulze** (C.) et **Tollens** (B.).— Untersuchungen über Kohlehydrate. Untersuchungen über das Holzgummi (Xylan) und die Pentosane als Bestandtheil der incrustirenden substanzen der verholzten Pflanzenfaser. (*Die Landwirthschaftlichen Versuchsstationen*, Bd XL, 1892).

**Sempolowski**.— Ueber den Bau der Schale landwirthschaftlich wichtiger Samen. (*Landwirlhschaft Jahrbücher*, t. III, 1874, p. 823).

**Trécul**.— Maladie de la gomme chez les cerisiers, les pruniers, les abricotiers, les amandiers. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. LI, 1860), p. 621 et t. LXXXI (1875), p. 501).

**Unger**.— Anatomie und Physiologie der Pflanzen, 1855.

**Walliczek** (H.).— Studien über die Membranschleime vegetativer Organe. (*Jahrb. f. wiss. Botan.*, t. XXV, 1893).

**Wiesner**.— Ueber das Gummiferment, ein neues diastatisches Enzym, welches die Gummi-und Schleimmetamorphose in der Pflanze etc. (*Sitsungsb. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien*, Bd. 92).

**Wigand**.— Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle, insbesondere über die physiolog. Bedeutung von Gummi und Harz. (*Pringsheim's Jahrb.*, 1863, t. III, pp. 55 et 155).

**Wilson** (J.).—The Mucilage and other gland of the Plumbagineæ. (*Annales of Botany*, vol. IV., N° 14, 1890, p. 231-258, pl. XXIII).

CHAPITRE IV

# CORPS GRAS

*Définition et origine.* — Les corps gras sont encore des corps très répandus dans le règne végétal ; ce sont, sauf de rares exceptions, des matières de réserve formées par la plante et réemployées par elle au moment du besoin. Au point de vue du rôle physiologique, ces corps se rapprochent donc des sucres et surtout de l'amidon. Les matières grasses végétales constituent les huiles végétales (huile d'olive) ou les beurres végétaux (beurre de cacao). Cette distinction est basée simplement sur le point de fusion de chacun de ces corps ; de telle sorte que tel de ces corps peut être une huile dans les climats tropicaux et un beurre dans les climats tempérés ; ainsi l'huile fournie par le fruit du cocotier sous les tropiques devient le beurre de coco en Europe.

M. Chevreul a montré, dès le commencement de ce siècle (1811-1825), que les corps gras naturels ne sont pas des espèces définies, mais qu'ils sont formés par un mélange d'espèces grasses ou principes gras.

Les espèces grasses ou principes gras sont, au contraire, des corps chimiques nettement définis. Il sont doués de propriétés fixes, dont la plus remarquable est leur *saponification*, c'est-à-dire la faculté qu'ils ont de se transformer en acides gras et en glycérine en présence de l'eau, des alcalis et des oxydes métalliques. Ces principes gras naturels doivent être considérés comme des éthers formés par l'union de la glycérine et de trois molécules d'acides gras, avec élimination de trois molécules d'eau (Berthelot).

$$C^3H^5(OH)^3 + 3\ C^{18}H^{34}O^2 = C^3H^5 \begin{cases} OC^{18}H^{33}O \\ OC^{18}H^{33}O \\ OC^{18}H^{33}O \end{cases} + 3H^2O$$

Glycérine — Acide oléique — Trioléine

Les acides trouvés dans les corps gras d'origine végétale appar-

tiennent à plusieurs séries : les plus nombreux appartiennent à la série de l'acide formique $C^nH^{2n}O^2$; les principaux sont les acides acétique ($n = 2$), valérianique ($n = 5$), caprylique ($n = 6$), laurique ($n = 12$), myristique ($n = 14$), palmitique ($n = 16$), margarique ($n = 17$), stéarique ($n = 18$), arachidique ($n = 20$), carnaubique (guikgoïque) ($n = 24$), théobromique ($n = 64$).

D'autres appartiennent à la série de l'acide acrylique $C^nH^{2n-2}O^2$ Les principaux sont : les acides crotonique ($n = 4$), tiglinique ($n = 5$), moringique ($n = 15$), hypogéique ($n = 16$), oléique ($n = 18$), sinapoléique ou brassoléique ($n = 20$), érucique ou brassique ($n = 22$).

Enfin quelques autres appartiennent à différentes séries :

A la série $C^nH^{2n-4}O^2$, l'acide linoléique ($n = 16$).

A la série $C^nH^{2n-6}O^2$, l'acide linolénique et isolinolénique ( $n = 18$).

Tous ces acides sont monobasiques, à fonction simple. Quelques rares acides sont à fonction mixte ; nous citerons l'acide ricinoléique et ricinisoléique qui ont tous deux pour formule $C^{18}H^{34}O^3$.

Il résulte de ces notions que la variété des corps gras naturels peut être indéfinie, les mélanges pouvant se produire dans des proportions variables. C'est ce qui explique les propriétés différentes de chacun des corps gras naturels ; chaque plante produit des matériaux différents, et chacun de ces matériaux est en proportions variables suivant l'espèce considérée ; il faut ajouter que les corps gras naturels extraits des végétaux contiennent en dissolution un certain nombre de principes qui augmentent encore les différences de composition de chacun de ces produits.

Nous indiquerons, comme nous l'avons déjà fait pour d'autres produits, les hypothèses les plus acceptables pour expliquer la genèse des corps gras dans les végétaux. «Il serait peut-être difficile, dit M. A. Gautier (1), d'indiquer exactement le mécanisme producteur de ces substances. Mais si l'on tient compte de la présence constante de l'acide formique dans les feuilles des végétaux résineux ou riches en graisses, si l'on se rappelle, d'autre part, que l'oxygène dégagé par les feuilles est sensiblement égal en volume à l'acide carbonique absorbé, il semble que les équations suivantes, qui tiennent compte de ces conditions, doivent être singulièrement proches de la vérité :

(1) Chimie biologique, p. 57-58.

$$3\,CO^2 + 4\,H^2O = C^3H^8O^3 + 7\,O$$
6 vol. Glycérine 7 vol.

et

$$34\,CO^2 + 34\,H^2O = C^{18}H^{36}O^2 + 16\,CH^2O^2 + 68\,O$$
60 vol. Ac. stéarique Ac. formique 68 vol.

»Cette hypothèse s'appuie encore sur l'observation souvent faite de la transformation des hydrates de carbone en huiles et graisses à certains moments de la vie de la plante. Dans les fruits et les feuilles de l'olivier, on trouve, aux mois de septembre et d'octobre, une grande quantité de mannite, qui disparaît peu à peu à mesure qu'augmente proportionnellement l'huile qui se concentre dans le fruit mûr. On pourrait expliquer ce fait par les équations ci-dessus ou par la suivante qui admet que cette transformation de la mannite en huile se produit uniquement par perte d'eau et d'acide carbonique

$$11\,C^6H^{14}O^6 = C^{51}H^{94}O^6 + 36\,H^2O + 15\,CO^2$$»
Mannite Margaro-oléine

Quoi qu'il en soit, les espèces grasses les plus répandues dans les végétaux sont la tripalmitine ou trimargarine $C^3H^5\,(OC^{16}H^{31}O)3$, la tristéarine $C^3H^5\,(OC^{18}H^{35}O)^3$ et la trioléine $C^3H^5\,(OC^{18}H^{33}O)^3$. Les deux premières sont solides ; la tripalmitine fond à 61° et se solidifie à 46° ; la tristéarine fond à 71° et se solidifie à 55° ; elles se trouvent surtout répandues dans les beurres ; la trioléine est liquide à 10° et même au-dessous, elle est répandue principalement dans les huiles.

A côté de ces trois corps, les corps gras peuvent contenir un grand nombre d'autres éthers glycériques, comme la triacétine $C^3H^5\,(OC^2H^3O)3$ (dans l'huile de fusain), la trilaurine $C^3H^5\,(OC^{12}H^{23}O)^3$ (dans l'huile de coco), la trimyristine $C^3H^5\,(OC^{14}H^{27}O)^3$ (dans le beurre de muscade), la triarachine $C^3H^5\,(OC^{20}H^{39}O)^3$ (dans l'huile d'arachide), etc.

Il faut encore remarquer que les corps gras contiennent aussi, soit des éthers glycériques, tels que l'acéto-divalérine, la valéro-distéarine, etc., résultant de la saponification de la glycérine par plusieurs acides gras à la fois, soit des acides gras libres, soit des acides gras combinés à des alcalis et constituant des savons.

Exposés à l'air, tous les corps gras s'altèrent ; ils absorbent peu à peu l'oxygène de l'air ; les uns rancissent en donnant de l'acide carbonique et des acides gras, tout en restant liquides (huile d'olive, d'amandes douces, de faînes, de noisettes, de navette), les autres s'épaississent, se changent plus ou moins vite en une masse transparente, légèrement élastique, à aspect résineux ; ces corps gras sont

dits *siccatifs*, ils contiennent généralement peu de trioléine, mais en assez grande proportion de la trilinoléine $C^3H^5(OC^{16}H^{27}O)^3$ et de la trilinolénine $C^3H^5(OC^{18}H^{29}O)^3$ (huiles de ricin, de lin, de chanvre, d'œillette, de chènevis). Tous les corps gras laissent sur le papier une tache transparente, ne disparaissant pas à l'air. Ces taches disparaissent avec la terre salinelle (silico-aluminale) et la terre de pipe.

*Réactions microchimiques.*—Différentes réactions permettent de se rendre compte de l'existence des matières grasses dans les tissus des végétaux.

I.— Si la coupe de l'organe à étudier est portée dans l'eau, les matières grasses qui existent dans les cellules sous forme de petits globules étant insolubles dans l'eau, se réunissent et ne tardent pas à former des sphères plus grosses. Ces grosses gouttelettes de matières grasses peuvent déjà être distinguées et reconnues par un œil exercé aux observations microscopiques, sans le secours d'aucun réactif.

Ces sphères huileuses possèdent une réfringence particulière. En coupe optique, la gouttelette est gris clair, entourée d'un bord sombre, étroit, nettement circonscrit; si on élève le tube de manière à observer la gouttelette huileuse à sa partie supérieure, le centre s'éclaircit, devient brillant, tandis que le bord noir s'élargit, s'estompant à sa périphérie; si, au contraire, on abaisse le tube de façon à observer la partie profonde de la sphère, après avoir dépassé la coupe optique, la partie centrale semble se rétrécir, le bord noir prend une teinte grisâtre, s'élargit un peu, se fondant vers le centre, en même temps qu'à la périphérie la ligne grise devient un peu flou.

Il n'est pas toujours facile de distinguer ainsi les corps gras contenus dans les cellules, s'il n'existe pas de réaction microchimique caractéristique de ces corps; on peut cependant arriver à déceler leur présence par les réactions suivantes:

II.— Ils sont insolubles dans l'eau froide ou chaude, ils sont peu ou pas solubles dans l'alcool froid et dans l'acide acétique, excepté l'huile de ricin qui se dissout à froid dans l'alcool et aussi dans l'acide acétique, ce qui semble le rapprocher des huiles essentielles qui, elles, sont toujours solubles dans ces véhicules.

Ils sont solubles dans l'alcool chaud, l'éther, le chloroforme, la benzine, le sulfure de carbone, l'acide phénique, le pétrole, l'acétone et les huiles essentielles (comme l'essence de girofle, par exemple).

III.—Le chloral en solution aqueuse agit comme l'acide acétique, c'est-à-dire qu'il ne dissout pas les matières grasses (Meyer).

IV.— La teinture d'Alkanna (ou teinture d'Orcanette) colore les corps gras en rouge-brun (1). Cette réaction n'est pas caractéristique des matières grasses, les huiles essentielles et les résines se colorent aussi d'une manière intense par ce réactif. Quoi qu'il en soit, elle doit être signalée ici.

Il faut laisser la coupe pendant un certain temps dans la teinture, souvent même une ou deux heures; la chaleur active un peu la réaction.

V.— L'acide osmique, en solution aqueuse à 1 o/o, colore lentement les matières grasses en brun foncé ou en noir. Cette réaction n'est pas non plus caractéristique des corps gras; beaucoup d'autres matières organiques se colorent ainsi, les huiles essentielles en particulier.

Cependant, d'après les recherches d'Altmann, toutes les matières grasses ne seraient

pas susceptibles de se colorer en brun ou en noir par l'acide osmique. Les acides palmitique et stéarique, ainsi que leur éther glycérique, ne se coloreraient pas; l'acide oléique et l'oléine, au contraire, se coloreraient.

L'eau oxygénée décolore les matières grasses colorées par l'acide osmique. L'essence de térébenthine, le xylol, l'éther et la créosote auraient la même propriété (Flemming).

VI.— Porter les coupes dans une goutte de glycérine pure fortement sucrée, posée sur une lamelle couvre-objet qui, renversée la face supérieure en bas, sert de couvercle à une petite chambre formée par un anneau de verre collé sur une lame porte-objet. Dans l'intérieur de cette chambre, on fixe également un autre anneau de diamètre plus petit et de hauteur moindre; il détermine, avec le premier, la formation d'un espace annulaire, dans lequel on met de l'*acide chlorhydrique* pur. Cet acide émet des vapeurs d'hydrates d'acides, qui sont absorbées par la glycérine très avide d'eau. Au bout de 25 à 30 heures, le contenu des cellules s'est peu à peu détruit et l'huile se rassemble en un ou plusieurs globules faciles à observer. En exposant la préparation à des vapeurs d'iode pendant une ou deux secondes, l'huile se colore en un beau jaune d'or transparent (Mesnard).

VII.— Le bleu de quinoléine (*Chinolinblau*, cyanine) donne une coloration bleu intense avec les matières grasses. Il doit être employé en solutions très étendues; comme il est insoluble dans l'eau, on doit d'abord le faire dissoudre dans l'alcool à 36° qu'on étend d'un égal volume d'eau. Si les coupes colorées sont montées dans la glycérine, après 24 heures, les matières grasses apparaissent nettement colorées en bleu, alors que les noyaux cellulaires, d'abord colorés en violet, sont décolorés et que le protoplasme reste coloré en bleu clair. Pour activer la coloration bleue, il suffit de porter les coupes colorées dans une solution de potasse à 40 o/o; l'élection de la matière colorante est alors immédiate.

*Localisation*. — On arrive ainsi à voir dans quelles cellules sont localisées les matières grasses. Bien que la plupart des réactions microchimiques énumérées soient identiques à celles que nous donnerons pour les huiles essentielles, nous pouvons dire dès maintenant que, sauf une exception (beurre de *Myrica* ou cire de *Myrica*), toutes les matières grasses sont contenues dans des cellules qui ne sont pas différenciées morphologiquement, tandis que *toutes* les huiles essentielles sont localisées dans des cellules ou dans des lacunes morphologiquement différentes des cellules qui forment le tissu au milieu duquel se trouve l'huile essentielle.

En effet, le plus souvent, les matières grasses jouent le rôle de matières de réserve ; elles sont dans les cellules de l'albumen (ricin, coca, etc.), ou dans celles des cotylédons (amandes, arachides, etc.) ; quelquefois, l'albumen et les cotylédons sont oléagineux (lin, *Myristica*, *Papaver*, etc.).

Dans les organes reproducteurs sexués (œufs) ou asexués (spores)

de nombreuses Thallophytes, on trouve des matières grasses constituant les matières de réserve.

Ailleurs, les matières grasses sont contenues dans le péricarpe d'un certain nombre de fruits mûrs (*Olea*, *Persea*, *Elæis*, *Sumac*, etc.). Cependant, tous les organes peuvent renfermer des matières grasses : les feuilles, les tiges, les racines, les rhizomes, etc., mais elles s'y trouvent en si petite quantité qu'on ne peut les extraire de ces organes.

L'huile de fougère mâle est la seule qui soit extraite d'un organe autre que le fruit ou la graine ; mais cette huile provenant des rhizomes est souillée par d'autres produits, et notamment par une huile essentielle que contient le rhizome de cette plante.

Ce ne sont plus alors des matières qui se résorbent pendant la durée de vie latente du fruit ; elles subissent des transformations dont la plupart nous échappent. Nous ne pouvons plus alors les considérer comme des matières de réserve stables, mais comme des matières de réserve transitoires.

Dans le *Myrica cerifera*, la matière grasse est exsudée à la surface du fruit par des organes spéciaux qui forment des massifs sécréteurs dépendant de la couche superficielle du péricarpe. Ces massifs sécréteurs forment extérieurement des saillies et donnent, en outre de la matière grasse, une substance oléo-résineuse. En dehors de cette exception, nous ne pensons pas que d'autres plantes exsudent ainsi à l'extérieur la matière grasse qu'elles produisent ; encore faut-il remarquer que la matière grasse donnée par le *Myrica cerifera* est mêlée à de l'oléo-résine.

La plupart des auteurs admettent que le corps gras fourni par les graines du *Stillingia sebifera* Michx (suif ou cire de *Stillingia*) est exsudé aussi à la surface du fruit ; mais, d'après le mémoire de Hosie, la matière huileuse serait certainement contenue dans le péricarpe et dans la semence du *Stillingia*. L'erreur provient peut-être de ce que les Chinois appellent ce produit *Pi-yu*, ce qui veut dire : huile extérieure ou huile de surface. Dans tous les cas, il découle nettement du mémoire de Hosie que l'huile est renfermée dans les cellules parenchymateuses du mésocarpe et de l'albumen du *Stillingia*. Celui-ci rentre donc dans la catégorie normale.

Les matières grasses peuvent se trouver en grande abondance dans certaines graines.

La graine de lin en contient de 20 à 30 o/o ; les graines du ricin, de

l'amandier, de l'olivier, de l'arachide en renferment environ 50 o/o ; celles du cacaoyer 56 o/o, celles du pavot 60 o/o, etc.

*Application à la pharmacie.* — Comme pour l'amidon, plus exclusivement même que pour l'amidon, on devra s'adresser aux fruits mûrs ou aux graines alors qu'elles sont aptes à subir la période de vie latente. De plus, il faut remarquer que, même dans les graines, la matière grasse finit par subir des modifications qui rendent ces graines ou ces fruits non seulement impropres à l'exploitation en vue de l'extraction des matières grasses, mais impropres même à la germination. On sait que les graines oléagineuses perdent assez rapidement leurs facultés germinatives, alors que les graines amylacées les conservent longtemps. Ce fait provient de ce que les matières grasses s'oxydent rapidement et, une fois modifiées, ne peuvent plus jouer le rôle des matières de réserve.

Par suite de la dissémination des corps gras dans des parenchymes divers et de leur localisation dans des tissus relativement profonds, l'extraction ne pourra se faire que par expression de l'organe entier à froid ou à chaud (selon le point de fusion du produit), ou bien à l'aide d'un dissolvant approprié, (éther, éther de pétrole, sulfure de carbone, etc.).

Nous ajouterons, en terminant, que les cellules qui contiennent des corps gras ne contiennent pas d'amidon, en général (le *Theobroma* fait cependant exception), mais un certain nombre de matières protéiques dont la plus connue et la plus répandue est l'*aleurone*. (Voir plus loin le paragraphe consacré aux matières protéiques).

LISTE DES CORPS GRAS (1)

Champignons.— Huile d'Ergot (sclérote du *Claviceps purpurea* Tul.).

Cryptogames vasculaires.— Huile de Fougère mâle (rhizome d'*Aspidium Filix-Mas* DC.).

Gymnospermes. — Huile de Sapin (graines de *Picea excelsa*), Huile de Pin (divers *Pinus : P. Pinea, P. Cembra, P. sylvestris*, etc.).

Palmiers. — Huile ou Beurre de Coco (albumen du *Cocos nucifera* L.), Huile ou Beurre de Palme (péricarpe d'*Elaeis guineensis* Jacq.).

Cupulifères. — Huile de Noisettes (amandes du *Corylus Avellana* L.), Huile de Faîne (*Fagus sylvatica* L.).

(1) Nous rangeons ces corps par famille, d'autant plus que c'est souvent un caractère général de la famille d'avoir des graines oléagineuses.

Juglandacées. — Huile de Noix (amandes du *Juglans regia* L.).

Myricacées. — Cire de Myrica ou Candle berry Myrtle (glandes superficielles des fruits de divers *Myrica* : *M. gale* L., *M. cerifera* L., *M. cordifolia* L., etc.).

Cannabinées. — Huile de Chènevis (graines du *Cannabis sativa* Lamk.).

Myristicacées. — Beurre Muscade (albumen du *Myristica fragrans* Houtt.), Suif du Gabon (*Myristica Kambo*), Cire du Beurre de Bicuiba (*Myristica surinamensis*), Cire au Beurre d'Ocuba (*Myristica sebifera*).

Lauracées. — Huile de Laurier (baies du *Laurus nobilis* L., avec une forte proportion d'essence), Suif de Java (*Cylicodaphne sebifera*).

Papaveracées. — Huile d'Œillette (graines du *Papaver somniferum* L. et du *P. nigrum* L.), Huile de Glaucie (*Glaucium luteum* Scop. et du *G. corniculatum* Curt.), Huile d'Argomone (*Argemone mexicana* T.).

Crucifères. — Huile de Colza (graines de *Brassica campestris* L.), Huile de Navette (*Brassica Napus*, var. *oleifera* DC.), Huile de Moutarde blanche (*Sinapis alba* L.), Huile de Moutarde noire (*Brassica nigra* Koch.), Huile de Ravison (*Sinapis arvensis* L.), Huile de Cameline (*Camelina sativa* DC.).

Bixacées. — Huile ou Beurre de Chaulmoogra (albumen de *Gynocardia odorata*, R. Br.).

Clusiacées. — Beurre du Kanya (Fruit du *Pentadesma butyracea* R. Br.), Beurre de Kokum (*Garcinia indica* Choisy).

Linacées. — Huile de Lin (graines de *Linum usitatissimum* L.).

Dipterocarpacées. — Suif de Bornéo (semences de divers *Hopea*), Suif d'Ochoco (*Dryobalanops* sp.), Suif de la Casamance (*Lophira alata* Banks), Suif de Piney ou de Canara (*Valeria indica*).

Malvacées. — Huile de coton (graines de divers *Gossypium* (*G. herbaceum* L., *G. arboreum* L., etc.), Beurre de Cacao (*Theobroma Cacao* L.).

Euphorbiacées. — Huile de Ricin ou de Palma-Christi ou Castor-oil (graines du *Ricinus communis* L.), Huile de Croton (*Croton Tiglium* L.), Huile infernale ou de Pignon d'Inde (*Jatropha Curcas* L.), Huile d'Epurge (*Euphorbia Lathyris* L.), Huile de Fontainea (*Fontainea Pancheri*), Huile de Bancoulier ou de Camiri ou de Kokum (*Aleurites Arnibinux* Pers.), Huile d'Ambrami ou de Bois (*Aleurites cordata* A. de Jus.), Suif végétal ou de la Chine ou de Chou-lah, le Pi-yu des Chinois (graines et mésocarpe du *Stillingia sebifera* Willd.).

Méliacées. — Beurre de Carapa (graines de *Carapa guyanensis*), Beurre de Maffouraire (*Trichilia emetica*).

Simarubacées. — Beurre de O'Dika (graines de *Irvingia Gabonensis* H. Bn.), Beurre d'Oba (*Irvingia Smithii* Hook. f.), Beurre de Caij-Caij (*Irvingia-Olivieri* Pierre).

Térébinthacées. — Cire ou Beurre du Japon (mésocarpe du *Rhus succedanea* L., *R. vernicifera* DC. et *R. sylvestris* Sieb. et Zucc.).

Sapindacées. — Huile de Marron d'Inde (graines d'*Æsculus Hippocastanum* L.).

Polygalacées. — Beurre de Malakang ou d'Arkalaki (graines de *Polygala butyracea* L.).

Celastracées. — Huile de Fusain (fruit d'*Evonymus europæa* L.).

Cornacées. — Huile de Savignon (graine de *Cornus sanguinea* L.).

Bignoniacées. — Huile de Sésame (semences de *Sesamum orientale* L.).

Moringées. — Huile de Ben (semences de *Moringa aptera* Gærtn. et de *M. pterygosperma* Gærtn).

Sapotacées. — Huile d'Argan (graines d'*Argania Sideroxylon* Schousb.), Huile ou Beurre d'Illipe (*Bassia longifolia* L.), Huile ou Beurre de Mohwah ou d'Yallah (*Bassia latifolia* Roxb.), Beurre de Ghee ou Ghi (*Bassia butyracea* Roxb.), Beurre de Karite ou de Galam (*Butyrospermum Parkii* Kotsch.), Huile de Macassar (*Schleichera trijuga* Willd.), N'javé (*Baillonella toxisperma* Pierre), Nounégou (*Tieghernella Jollyana* Pierre), Beurre d'Achras (*Achras Sapota* L.), Balam (*Palaquium Pisang* Burck), etc.

Cucurbitacées. — Huile de Courge (semences de divers *Cucurbita*).

Oléacées. — Huile d'Olive (péricarpe de l'*Olea europea* L.).

Composées. — Huile de Soleil (graines de l'*Helianthus annuus* L.), Huile de Madi (*Madia sativa*), Huile de Niger ou Ram-Till (*Guizotia oleifera* DC.).

APPENDICE

## CIRES

Nous réserverons le nom de cires végétales à un certain nombre de corps solides, cassants, à structure et aspect cireux, produits non plus à l'intérieur des cellules végétatives, mais formant un revêtement continu à la surface de la plante (1).

Ces cires sont encore mal connues au point de vue de leur composition chimique ; un fait important cependant paraît les caractériser ; traitées par les alcalis ou les acides étendus, elles ne donnent pas de glycérine. Ce sont bien des corps complexes, résultant d'un mélange de diverses matières chimiques, mais ils ne répondent pas à la définition donnée plus haut des corps gras ; ils ne contiennent pas d'éthers glycériques ; ce sont des mélanges d'acides gras libres et de diverses autres substances, ces dernières pouvant être très nombreuses d'ailleurs.

Dans tous les cas, il nous semble nécessaire de séparer ces cires végétales des corps gras naturels. Du reste, au point de vue de l'origine botanique, la différence est nette, simple, facile à établir.

Toutes les cires végétales sont des productions cuticulaires ; elles résultent de la cérification de la membrane, soit qu'elles imprègnent

(1) On donne improprement le nom de cires à plusieurs produits végétaux rentrant nettement dans les corps gras : la cire de *Myrica*, cire du Japon, par exemple. Nous avons placé ces derniers corps avec les corps gras parce qu'ils ont la même composition et la même origine qu'eux.

la cuticule épidermique sans transsuder à l'extérieur (épiderme des tiges d'*Acer*, des feuilles du *Cycas* et de l'*Aloes*, par exemple), soit que non seulement elles imprègnent la cuticule, mais qu'elles forment un enduit cireux à l'extérieur (enduit des feuilles du *Ceroxylon*, du *Copernicia*, du *Brassica*, des tiges de *Saccharum*, etc.).

Dans le premier cas, la cire ne s'aperçoit pas directement, mais si on fait bouillir une parcelle de l'épiderme dans de l'eau, on la voit exsuder sous forme de petites gouttelettes réfringentes.

Dans le second cas, le revêtement cireux est visible au microscope. Il suffit de faire une coupe mince de l'organe pour observer au-dessus de l'épiderme un enduit général ou localisé. Il faut avoir soin, pour faire de bonnes préparations, de ne pas porter les coupes dans l'eau; ce véhicule ne mouillant pas la cire, il s'interposerait des globules d'air qui gêneraient l'observation. On doit donc monter les coupes directement dans l'alcool à froid.

De Bary a particulièrement étudié ces enduits cireux ; il en distinguait quatre sortes, d'après la forme et la disposition qu'ils affectent.

1° Revêtement cireux en couches membraneuses. — Suivant son épaisseur, cette couche a l'aspect d'un vernis homogène, cassant (*Sempervivum*, *Thuia*), ou d'un feuillet brillant (*Cereus*, *Taxus*), ou d'une couche épaisse avec des stries perpendiculaires à la surface cuticulaire (*Ceroxylon*, *Copernicia*). Cette couche membraneuse est toujours interrompue au-dessus des stomates.

2° Revêtement cireux en bâtonnets. — Les bâtonnets cireux peuvent être plus ou moins longs ; ils sont perpendiculaires à la surface ; certains présentent souvent une extrémité libre recourbée en boucle (*Saccharum*, *Strelitzia*, *Benincasa*, etc.). Ces bâtonnets peuvent, lorsqu'ils sont très rapprochés, tout en restant cependant isolés les uns des autres, recouvrir toute la surface (*Saccharum*, *Strelitzia*), ou bien ils forment de petits amas de faisceaux striés longitudinalement (fruits du *Benincasa*, du *Coix*, etc.).

3° Revêtement cireux granuleux. — La couche cireuse est formée par de petits granules qui tantôt se touchent, formant ainsi un enduit continu, interrompu seulement au-dessus des stomates (feuilles d'*Iris*, de *Tulipa*, du *Brassica*, etc.), tantôt sont isolés et constituent alors des amas épais, plus ou moins éloignés (feuilles de *Tropæolum*, *Vitis*, etc.).

4° Revêtement cireux en masses irrégulières. — Dans ce dernier cas, la cire forme des couches superposées, très irrégulières, épais-

ses ici, plus minces là (feuilles d'*Eucalyptus*, *Ricinus*, *Acacia*, *Secale*, etc.).

De Bary pensait qu'il ne faut pas voir dans la production de ces cires végétales un produit de sécrétion du protoplasme ; il admettait que c'est une modification de la membrane. Il basait sa manière de voir sur l'impossibilité d'observer la cire à l'intérieur de la cellule.

Cet enduit cireux donne souvent aux feuilles un aspect glauque. Il suffira de rappeler l'aspect particulier si connu des feuilles de chou et de ricin. Ailleurs, il forme une couche blanchâtre, qui s'enlève par simple frottement (tige de canne à sucre, feuilles de *Ceroxylon*); enfin c'est encore à la cire qu'est dû l'aspect satiné de certains fruits (raisin, prune, etc.); dans ce dernier cas, on donne au revêtement cireux le nom de *fleur* ou de *pruine*.

La cire végétale joue toujours un rôle physiologique protecteur; elle protège l'organe sur lequel elle s'est déposée et l'empêche d'être mouillé par l'eau.

Elle est amorphe dans le premier cas seulement ; dans les trois autres, elle a une structure cristalline et se montre biréfringente (Wiesner).

*Caractères microchimiques.* — Insolubles dans l'eau. Traitées par l'eau bouillante, les cires fondent, se réunissent en gouttelettes, leur point de fusion étant au-dessus de 100°. Le point de fusion varie de 84° (cire de Carnauba) à 72° (cire de Ceroxylon).

Insolubles dans l'alcool à froid ; solubles dans l'alcool à chaud. Solubles en partie dans l'éther. Chauffé avec de la teinture alcoolique d'Orcanette, la cire fond et se colore en rouge.

*Utilisation.* — Ces cires végétales ne sont d'aucun emploi en pharmacie ; cependant nous devons signaler que certaines d'entre elles sont exploitables ; il suffit de gratter légèrement les surfaces sur lesquelles elles se déposent ; la surface grattée est susceptible de régénérer la cire au bout d'un certain temps.

Employées pures ou mélangées avec de la cire d'abeille, elles servent à la fabrication des bougies. Celles qui peuvent être exploitées sont peu nombreuses. Voici les principales cires végétales employées dans le commerce :

Cire de *Ceroxylon*. — Produite par l'enduit cireux des feuilles du *Ceroxylon andicola* H. Bn. (Palmiers).

La cire de Carnauba. — Produite par les feuilles du *Copernicia cerifera* Martius. (Palmiers).

La cire de la canne à sucre ou *Cerosie* produite par les tiges du *Saccharum officinarum* L. (Graminées).

La cire de Beníncasa.— Produite par le fruit du *Benincasa cerifera* Savi (Cucurbitacées).

## BIBLIOGRAPHIE


**Bary** (de).— Ueber die Wachsüberzüge der Epidermis. (*Bot. Zeitung*, 1871, pp. 129 et 566).

**Beauvisage** (Dr G.).— Les matières grasses. (Bibliothèque des connaissances utiles, Paris, Baillière, 1891).

**Boëry**.— Les plantes oléagineuses. (Baillière, 1880).

**Gérard**.— Sur les matières grasses de deux champignons appartenant à la famille des Hyménomycètes. (*Journ. de Pharm. et de Ch.*, t. XXIII, 1891, N° 1).

**Heckel** (Ed.).— Sur la graine d'Owala (*Pentaclethra macrophylla* Benth). (*Répertoire de Pharm.*, 1892).

— Sur les végétaux qui produisent le beurre et le pain d'«O'Dika» du Gabon-Congo et sur les arbres producteurs de la graine et du beurre de «Caij-Caij» de Cochinchine et du Cambodge, valeur comparée de ces 2 produits. (*Mémoire des Annales du Musée et de l'Institut colonial de Marseille*, 1893).

**Hosie**.— Vegetable Tallow. (*The Pharmaceutical Journal and Transactions*. N° 1086, 1891, p. 913).

**Mesnard**.— Recherches sur la localisation des huiles grasses dans la germination des graines. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CXIV, 1893, p. 112).

— Recherches sur la formation des huiles grasses et des huiles essentielles dans les végétaux. (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 7me série, t. XVIII, p. 257).

**Meyer**.— Das Chlorophyllkorn. Leipzig, 1883.

**Müller** (Karl.).— Ueber ein fettes Oel aus Lindensamen. (*Berichte der deutsch. bot. Gessells.*, Bd. VIII, 1890, p. 372).

**Opitz** (Ernst.).— Ueber das Fett und ein ätherisches Oel der Sabadillsamen. (*Archiv. der Pharmacie*, Bd. 229, 1891, p. 265).

— Ueber das Fett aus *Amanita pantherina* und *Boletus luridus*. (*loc. cit.*, p. 290).

**Planchon** (L.). — Etude sur les produits de la famille des Sapotées. (Thèse), Montpellier, 1888.

**Schmidt** (R.-H.). — Ueber Aufnahme und Verarbeitung von fetten Oelen durch Pflanzen. (*Flora*, 1891).

**Thümmel und Kwasnik**.— Chemische Untersuchungen des fetten Oeles von *Schleichera trijuga* Willd., Makassaröl. (*Archiv. d. Pharm.*, Bd 229, 1891, p. 182).

**Twerdomedoff** (S.).— Ueber die Bestandtheile des fetten Oeles von *Cyperus esculentus* und einige neue Derivate der Myristinsaüre. 8° Baunschweigg, 1890.

**Vignolo** (J.-B.). — Le Caij-Caij ou *Irvingia Oliveri* Pierre et des *Irvingia* en général. (Thèse), Montpellier, 1886.

**Wiesner.** — Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. (*Bot. Zeitung*, 1871, p. 769).

— Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzicher Oberhaüte (*Bot. Zeit.*, 1876, p. 225).

---

CHAPITRE V

# ESSENCES ET RÉSINES

*Définition et origine.* — Nous réunissons dans ce chapitre non seulement les essences ou huiles essentielles et les résines, mais aussi des corps similaires complexes comme les gommes-résines, les oléo-résines (térébenthines) et les baumes.

Tous ces noms désignent des corps plus ou moins complexes, ne répondant pas à une formule chimique fixe ; ce ne sont pas des matières de composition nettement définie.

Comme les matières grasses, ils résultent d'un mélange de plusieurs corps, mais nous ne connaissons pas toujours les matières qui les constituent, tandis que nous connaissons à peu près tous les corps chimiques qui constituent les mélanges désignés sous le nom de matières grasses ; ce sont les modifications presque continuelles de leurs composants qui rendent leur étude difficile ; un grand nombre d'entre eux sont encore l'objet de travaux importants de la part des chimistes.

Quoi qu'il en soit, la plupart de ces produits sont employés soit directement comme principes médicamenteux, soit comme des matières premières d'où l'on extrait d'autres principes médicamenteux. Ainsi l'essence de citron, le mastic, l'oléo-résine de copahu, les térébenthines de Conifères, le baume de tolu, les gommes-résines telles que l'encens, la myrrhe, l'asa-fœtida, le galbanum, etc., sont employés en pharmacie sans modifications, tels qu'ils découlent des végétaux qui les fournissent, tandis que l'essence de térébenthine, le thymol, l'eugénol, les camphres, etc., sont des principes médicamenteux qui existent tout formés dans l'un quelconque ou dans plusieurs de ces produits complexes ; ils sont extraits, par différents procédés, des plantes qui les ont formés.

Il y a lieu cependant de réunir tous ces corps dans un même chapitre ; outre qu'ils répondent à des groupes pharmaceutiques bien

connus, ils ont une localisation nette et définie qui les rapproche les uns des autres ; leur genèse dans le végétal est aussi identique.

Ils sont constitués, en effet, par des hydrocarbures isomères du térébenthène $C^{10}H^{16}$ et des composés oxygènes dérivant par oxydation ou par hydratation de ces hydrocarbures.

Pour Dippel, c'est l'amidon qui se transforme directement en essence,

$$3C^6H^{10}O^5 = 3C^{10}H^{16} + H^2O + 24O$$

et l'essence s'oxydant forme de la résine

$$2\,C^{10}H^{16} + 3O = 4(C^{10}H^{15}O)^2 + H^2O$$

Pour M. A. Gautier, c'est le glucose qui se transforme en essence et donne de l'acide formique qui se rencontre toujours, notamment dans les feuilles des pins et des sapins.

$$3C^6H^{12}O^6 = C^{10}H^{16} + 8CO^2H^2 + 2\,H^2O$$

En s'oxydant, ces hydrocarbures forment les camphres $C^{10}H^{16}O$, et en s'hydratant des alcools $C^{10}H^{18}O$. « D'autre part, les hydrocarbures $C^nH^{2n}$ produisent, en s'oxydant, les aldéhydes et les acides qu'on retrouve souvent à côté d'eux, témoin l'essence d'*Eucalyptus globulus* qui contient à la fois un térébène $C^{10}H^{16}$ et les aldéhydes butyrique et valérianique. En s'hydratant enfin, ces hydrocarbures en $C^nH^{2n}$ ou $C^nH^{2n-n}$ donneront les alcools et, grâce aux acides qui en dérivent, pourront produire ces éthers qui communiquent en partie aux fruits et aux fleurs leur saveur et leurs parfums si divers (1).»

Ce qu'il faut surtout retenir, c'est que la plante forme d'abord des hydrocarbures d'où dérivent tous les autres corps qui se mêlent en proportions diverses à ces hydrocarbures (essences, oléo-résines) ou qui se substituent complètement à eux (résines).

Dans les essences, les hydrocarbures $C^{10}H^{16}$ et les camphres $C^{10}H^{16}O$ prédominent, c'est-à-dire que ce sont des hydrocarbures tenant en dissolution des essences oxygénées ; les premiers restant liquides (oleoptènes), les seconds cristallisant, passant souvent à l'état solide (stéaroptènes).

Il arrive quelquefois que l'hydrocarbure, au lieu de se combiner avec l'oxygène ou avec l'eau, se combine avec le soufre ; ainsi l'es-

(1) A. Gautier.— *Loc. cit.*, vol. III, p. 63.

sence d'ail a pour composition $C^6H^{10}S$, mais c'est un fait presque exceptionnel et caractéristique de quelques familles végétales.

Tous ces produits passent facilement de l'un à l'autre ; entre eux aucune barrière fixe immuable ; les huiles essentielles, qui sont plus spécialement un mélange d'hydrocarbures et d'huiles oxygénées, passent aux résines par les oléo-résines ; les organes qui contiennent les résines renferment-ils de la gomme, on a des gommes-résines ; enfin, ces résines sont-elles associées à un acide aromatique, comme l'acide benzoïque ou l'acide cinnamique, on a des baumes.

Dans la plante, ces produits sont liquides ; les végétaux qui fournissent les résines les laissent découler à l'état d'oléo-résine ; l'huile essentielle se volatilise rapidement ou devient solide et résineuse par oxydation.

Parmi tous ces produits, les essences et les résines, c'est-à-dire les corps volatils et les corps fixes, sont les seules qui possèdent des caractères et présentent des réactions microchimiques définis.

*Caracteres et réactions microchimiques des essences.* — Ils sont à peu près identiques à ceux que nous avons énumérés pour les matières grasses.

Les essences réagissent et se colorent identiquement avec la teinture d'*Alkanna*, l'acide osmique et le bleu de quinoléine (voir plus haut: matières grasses); avec l'acide sulfurique concentré, elles donnent une coloration brune.

Exposées aux vapeurs d'acide chlorhydrique (après avoir précipité les tannoïdes par le réactif de Braemer), on obtient une coloration fugace des globules d'essence. La coloration est jaune d'or, elle est très nette, apparaît rapidement et disparaît au bout de quelques minutes (4-5 minutes). Pour exposer la coupe aux vapeurs de l'acide chlorhydrique pur, on opère comme pour les matières grasses (voir ch. précédent, réaction VI).

Les essences ne sont pas tout à fait insolubles dans l'eau ; elles sont solubles dans l'alcool, l'acide acétique, la solution aqueuse d'hydrate de chloral, l'éther, le chloroforme, la benzine, le sulfate de carbone. Elles dissolvent les huiles grasses et les résines.

*Caractères distinctifs des essences (huiles essentielles) et des matières grasses.* — Pour les distinguer des huiles grasses, on se basera sur leur ***volatilité*** et sur les solubilités différentes des deux séries de corps.

1° La volatilité. — Porter les coupes, préalablement mises sur le porte-objet, dans une étuve à 130° ; au bout de 10 minutes l'huile essentielle a disparu. Dans les mêmes conditions, l'huile grasse demeure (Meyer).

2° La solubilité. — Nous avons dit que les huiles essentielles ne sont pas tout à fait insolubles dans l'eau ; elles communiquent toujours à ce véhicule un peu de leurs principes aromatiques : les matières grasses sont complètement insolubles dans l'eau. De même la solubilité des essences dans l'alcool, l'acide acétique, dans une solution aqueuse d'hydrate de chloral, les différencient des matières grasses insolubles ou peu solubles dans ces dissolvants.

L'essence sulfurée des *Allium* présente quelques réactions spéciales indiquées par M. Voigt ; nous les résumerons, car elles se distinguent de celles qui ont été énumérées pour les autres essences.

Prendre des portions de la plante à étudier, les mettre dans une solution de nitrate d'argent à 1 ou à 2 o/o, ou encore dans une solution de nitrate d'oxydule de palladium, puis, après quelque temps de macération, porter les plantes dans de l'alcool, faire les coupes. Les cellules qui contiennent l'essence présentent un précipité granuleux de sulfure d'argent dans le premier cas, un précipité brun kermès dans le second.

On pourrait encore employer, à la place du nitrate d'argent, soit du chlorure de platine ou du chlorure d'or, avec lesquels on aurait un précipité jaune, soit du chlorure mercurique, qui donnerait un précipité blanchâtre, soit enfin de l'acide sulfurique concentré qui donne une belle coloration rouge. M. Voigt conseille cependant l'emploi du nitrate d'argent ou du nitrate d'oxydule de palladium.

*Caractères et réactions des résines.* — Insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, le chloroforme, les alcalis, les acides minéraux et les essences. L'acide sulfurique concentré les colore souvent en rouge ou en rouge-brun.

La teinture d'Alkanna les colore en rouge cinabre. La réaction caractéristique des résines est celle que l'on désigne fréquemment sous le nom de réaction d'Unverdorben-Franchimont. Il suffit de laisser pendant quelques jours des portions du végétal à étudier dans une solution aqueuse d'acétate de cuivre, ou bien de porter les coupes dans cette solution ; on obtient une belle coloration vert émeraude.

Placées dans un mélange de fuchsine et de violet de méthyle, les résines se colorent en bleu ou en violet, passant rarement au vert.

*Caractères et réactions des oléo-résines, des gommes-résines et des baumes.* — Les oléo-résines, qui sont des mélanges d'essences et de résines, répondent, suivant les proportions des deux corps, aux réactions de l'un ou de l'autre, le plus souvent on peut faire agir ces deux réactions; tout d'abord, les essences réagissent, puis, si on favorise leur volatilisation, les résines fixes demeurent seules et se colorent alors par le sulfate de cuivre.

Les gommes-résines et les baumes correspondent aux réactions données pour les résines ; les quantités de résine étant notablement supérieures à celles de l'essence, ce dernier produit peut d'ailleurs faire complètement défaut.

*Localisation des essences.* — On peut toujours déceler la présence des essences au moyen des réactifs énumérés plus haut; cependant il n'est pas toujours nécessaire de les faire agir pour trouver le siège de ces principes médicamenteux. Les essences sont souvent localisées dans des tissus morphologiquement différenciés des tissus ambiants ; il est alors facile de se rendre compte de leur présence dans les végétaux qui en contiennent.

Certaines familles sont même caractérisées d'une manière très

nette par la présence de ces tissus, et l'étude des organes où ces produits sont amassés est d'une grande utilité pour la matière médicale et même pour la classification du règne végétal. Nous allons donc donner un aperçu général de la morphologie de ces tissus.

Il arrive parfois que les essences sont contenues dans des cellules quelconques, nullement différenciées par rapport aux tissus normaux de l'organe qui les fournissent. Il faut alors avoir nécessairement recours aux réactifs ; c'est ce qui arrive pour l'essence sulfurée des *Allium*, pour les essences fournies par certaines feuilles ou racines des Graminées, pour l'essence de santal, pour l'essence de rose, etc. Ces cellules sont situées surtout vers la périphérie de l'organe, dans l'écorce des tiges ou des racines, le péricarpe des fruits, ou bien dans des organes peu épais (feuilles, pétales, etc.)

Dans un plus grand nombre de cas, les cellules sont un peu différenciées par rapport aux autres cellules; dans les Lauracées, si riches en essences, dans les Moniniacées, dans les Magnoliacées, dans certaines Aracées (*Acorus Calamus* L.), par exemple, on aperçoit, surtout au milieu des tissus corticaux, des cellules notablement plus grandes que les autres dans lesquelles les essences sont localisées; ces cellules sont pourvues d'une membrane propre, ce ne sont pas des glandes comme celles que nous aurons à décrire tout à l'heure ; ce sont des cellules sécrétrices qui sont en même temps des cellules-réservoirs (1). Ces cellules, à contenu réfringent et huileux, privées de chlorophylle, même quand elles se trouvent dans les feuilles, sont faciles à reconnaître. Nous n'avons pas vu une spécialisation aussi nette pour les matières grasses qui se trouvent toujours dans des cellules quelconques, mêlées en général à des matières protéïques; ici la cellule spécialisée ne contient que des essences et des produits dérivés de ces essences ou des produits gommo-résineux.

Les essences sont souvent aussi contenues dans des glandes ou des poches sécrétrices.

La formation de ces glandes est toujours la même. Si l'on étudie un organe qui en est pourvu alors qu'il est encore très jeune, on

(1) Il nous paraît impossible de leur conserver le nom de glandes unicellulaires, nom adopté par plusieurs auteurs; nous réservons ce nom de glandes, ainsi que celui de poches ou canaux, à des méats plus ou moins allongés, bordés de cellules sécrétrices qui y déversent leur contenu par filtration. Nous avons déjà rencontré des glandes sécrétrices mucifères dans les *Laminaria* (Ch. III, p. 42).

peut suivre leur développement. Elles naissent aux dépens d'une cellule quelconque du tissu cortical ou du parenchyme foliaire ; cette cellule est divisée en quatre par deux parois perpendiculaires l'une à l'autre ; au point de jonction des deux cloisons cruciales, il se forme un méat ; ce méat est le point de départ de la cavité centrale qui recevra les produits sécrétés par les cellules de bordure. Au début, ces cellules de bordure sont au nombre de quatre ; mais elles peuvent se multiplier, car elles sont vivantes et pourvues d'un noyau. Elles se multiplient en formant des cloisons radiales et tangentielles, de telle sorte que bientôt on a un nodule sécréteur, constitué par un méat central plus ou moins grand, entouré d'un certain nombre de cellules sécrétrices ; il y a toujours ici une assise sécrétrice bordant toute la cavité centrale ; quelquefois même on voit plusieurs assises de cellules sécrétrices.

Si ces organes sécréteurs ont une cavité arrondie, la coupe transversale et la coupe longitudinale donnent les mêmes figures ; ce sont des glandes. Mais que la coupe transversale montre une cavité circulaire et que sur la coupe longitudinale le méat soit plus ou moins allongé, fusiforme, on a affaire à une poche. On a enfin un canal sécréteur lorsque la coupe longitudinale laisse voir un long méat parcourant tout l'organe. Il est facile de comprendre qu'il existe des intermédiaires entre ces glandes, ces poches et ces canaux.

Le mode de formation que nous venons de décrire est le mode schizogène, la cavité sécrétrice s'agrandissant par division des cellules de bordure et non par destruction de ces cellules. Chaque fois qu'on a pu suivre le développement des organes sécréteurs, on a observé que le développement avait lieu par division des cellules de bordure (mode schizogène) et non par destruction de ces cellules (mode lysigène) (1).

Il est possible de concevoir, néanmoins, que les cellules de bordure puissent dans certains cas se désorganiser et agrandir ainsi la cavité centrale, le mode lysigène prêtant ainsi son concours au

(1) Les travaux de M. Van Tieghem, de Mlle Leblois, de M. Guignard (sur le *Copaïfera*) ont démontré ce mode de développement schizogène des organes sécréteurs, alors même que les mémoires les plus récents, comme ceux de M. Tschirch, admettaient le mode de développement lysigène. J'ai moi-même suivi le développement des canaux sécréteurs chez certaines Térébinthacées (*Mangifera, Spondias, Pistacia, Schinus, Rhus, Anacardium*), et je n'ai jamais constaté d'exception au développement schizogène.

mode schizogène. Plusieurs anatomistes allemands défendent cette opinion et nous devons la mentionner ; nous verrons plus loin qu'ils expliquent de cette manière les grandes quantités d'oléo-résine et de baume fournies par une même plante. Nous montrerons, en nous basant sur certaines observations récentes, qu'on peut expliquer autrement les quantités de produits que peut fournir une plante par une simple incision. L'explication que nous proposerons, en généralisant certaines observations directes, ne fait pas appel au mode lysigène.

Les essences sont rarement dans les canaux sécréteurs (fruits d'Ombellifères) et, lorsqu'elles s'y trouvent, c'est presque toujours à l'état d'oléo-résines ; mais elles sont renfermées le plus souvent dans les glandes sécrétrices.

Les organes sécréteurs qui contiennent les essences sont surtout situés à la périphérie de la tige, de la racine ou du fruit, ou dans des organes minces comme la feuille.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que de cellules ou d'organes internes, mais il y a un grand nombre d'essences contenues dans les organes externes de la plante ; nous voulons parler des poils sécréteurs des végétaux. Certaines familles, telles que les Labiées, les Verbénacées, les Géraniacées et beaucoup de Composées, portent des poils sécréteurs et doivent à la présence de ces poils leur odeur aromatique et leurs propriétés médicinales. Le poil sécréteur est facilement reconnaissable au microscope : il est capité. Naissant comme un poil protecteur ordinaire, il possède un pédicelle unicellulaire, plus ou moins long, et se termine par une ou plusieurs cellules qui le couronnent. La cellule supérieure se renfle et contient une si grande quantité de produits que les essences, filtrant à travers la membrane interne de la paroi externe, séparent la cuticule de cette membrane interne, la soulèvent et s'accumulent entre les deux membranes, de telle sorte qu'au moindre choc extérieur, la cuticule distendue et amincie est susceptible de se rompre.

Si le poil se termine par plusieurs cellules, ces cellules rayonnent autour d'une cellule centrale, formant une sorte de couronne supérieure; les produits sécrétés filtrant à travers les membranes internes minces soulèvent non pas la cuticule de chaque cellule isolément, mais celle de toutes les cellules, de manière que le liquide huileux et aromatique s'amasse dans une poche unique en forme de cupule, dont la base et les bords sont constitués par toutes les cellules

sécrétrices du poil, et la paroi extérieure par la cuticule distendue de toutes ces cellules. Plus rarement, le poil sécréteur se termine par un massif de cellules sécrétrices, sans aucune disposition rayonnée.

En résumé, nous voyons donc que les essences existent toutes formées (1) dans les végétaux; ces essences ou huiles essentielles sont constituées par le mélange de plusieurs corps ; les hydrocarbures dominent, mais ils sont mêlés à des essences oxygénées, comme les camphres, à des alcools (essence de menthe = hydrocarbure + menthol), à des phénols (essence de thym = hydrocarbure + thymol et essence d'Eucalyptus = hydrocarbure + eugénol), à des aldéhydes (essence de cannelle = hydrocarbure + aldéhyde cinnamique), à des acétones (essence de rue = hydrocarbure + aldéhyde caprique), ou à des éthers (essence de Wintergreen = hydrocarbure + éther méthyl-salicylique); nous voyons que ces corps volatils sont localisés dans un tissu sécréteur, morphologiquement différencié par rapport au tissu ambiant. Ce tissu sécréteur est, soit externe : poils capités se terminant par une cellule sécrétrice ou plusieurs cellules sécrétrices disposées en couronne ou en forme d'un massif cellulaire; soit interne et composé de cellules isolées ou de plusieurs cellules associées dans un même but.

Si le tissu sécréteur interne est composé de cellules isolées, ces cellules sont toujours pourvues de membranes propres; on ne doit pas leur donner le nom de glandes. Ces cellules isolées ne sont pas modifiées morphologiquement ou le sont peu ; dans ce dernier cas, elles sont plus grandes que les cellules du tissu ambiant.

Si le tissu sécréteur interne est composé de cellules associées dans un même but, elles forment un système glandulaire, c'est-à-dire qu'elles déversent (généralement par filtration à travers la membrane) les produits sécrétés dans un méat central. Ce méat peut être plus ou moins long et prend, suivant les cas, les noms de glandes, de poches ou de canaux.

(1) Quelques essences n'existent pas formées dans les végétaux, mais proviennent de la transformation d'un glucoside par un ferment. Ex.: essence d'amandes amères; essences de Crucifères. Nous étudierons ces matières aux paragraphes relatifs à leurs composants. — (Voir *Glucosides* et *Ferments*).

## LISTE DES PRINCIPALES ESSENCES (1)

### I.— ESSENCES CONTENUES DANS DES CELLULES PEU OU PAS MODIFIÉES

Zingiberacées.— Essence de Gingembre (écorce du rhizome du *Zingiber officinale* L.).

Graminées.— Essence de Vétiver (écorce de la racine de l'*Andropogon muricatus* Retz), essence de Palmarosa (feuille de l'*Andropogon Schœnanthus* L.), essence de Citronelle (*Andropogon Nardus* L.), Lemon grass oil (*Andropogon citratus* DC).

Iridacées.— Essence d'Iris (cellules périphériques de la moelle du rhizome des *Iris*).

Amomacées.— Essence de Cardamone (cellules tégumentaires de la graine de *Amomum Cardamonum* L.), essence de Maniguette (*Amomum Malagueta* Rosc.).

Myristicacées.— Essence de Macis (arille du *Myristica fragrans* Houtt.).

Lauracées.— Essence de Cannelle (écorce des tiges de *Cinnamomum*, *C. zeylanicum* Br. notamment), essence de Sassafras (cellules parenchymateuses du bois des tiges du *Sassafras officinale* L.).

Magnoliacées — Essence de Badiane (mésocarpe du fruit de l'*Illicium Anisetum* L.).

Monimiacées.— Essence de Boldo (parenchyme foliaire du *Peumus Boldo* Mol.).

Piperacées.— Essence de Cubèbe (péricarpe du fruit du *Cubeb officinalis* L.), essence de Poivre (*Piper nigrum* L.), etc.

Valérianacées.— Essence de Valériane (écorce du rhizome de diverses *Valeriana*), essence de Nard (*Nardostachys Jatamansi* DC.).

Santalacées.— Essence de Santal (bois des tiges du *Santalum album* L.).

C'est dans ce groupe qu'il faut ranger toutes les essences que fournissent les fleurs, comme les essences de Rose, de Tubéreuse, de Lis, de Jacinthe, de Chèvrefeuille, d'Orchidées, etc.

Ces essences sont généralement contenues dans les cellules épidermiques de la face interne des pétales des fleurs; quelquefois, les cellules épidermiques de la face externe en contiennent aussi, mais l'essence y est généralement en moins grande quantité. Signalons encore l'essence d'Acacia (*Robinia Pseudo-Acacia*). Toutes les pièces de la corolle ne sont pas également riches en essence; l'étendard en contient surtout dans ses parties marginales et moyennes (Mesnard).

### II.— ESSENCES CONTENUES DANS DES TISSUS DIFFÉRENCIÉS

*A*. Organes sécréteurs internes:

Conifères.— Canaux sécréteurs fournissant les essences de Genièvre (péricarpe du *Juniperus communis* L.), essence de Sabine (*Juniperus Sabina* L.).

Dipterocarpées.— Pourvues de canaux sécréteurs médullaires: essence de Bornéo (*Dryobalanops aromatica* Gærtn.).

(1) Nous rangeons aussi les essences par familles, car leur production fournit souvent un caractère général de la famille.

Ombellifères. — Canaux sécréteurs des fruits fournissant les essences: d'Aneth (*Anethum graveolens* L.), d'Anis (*Pimpinella Anisum* L.), de Fenouil (*Fœniculum dulce* L.), etc.

Rutacées. — Glandes sécrétrices dans l'écorce, le péricarpe des fruits, ou dans le parenchyme foliaire: Essences de Rue (feuilles de *Ruta graveolens* L.), de Barosma (*B. crenulatum* Willd.), de Bergamote (fruits de *Citrus Bergamia* R. et Poit.), de Citron (*Citrus Limonium* Risso), de Neroli (fleurs de *Citrus vulgaris* Risso), etc.

Myrtacées.— Glandes sécrétrices situées dans les feuilles, les fruits, les écorces: Essences: de Girofle (pédoncules floraux et bouton du *Caryophyllus aromaticus* L.), d'Eucalyptus (feuilles de divers *Eucalyptus*), de Niaouli (feuilles de *Metaleuca*), etc.

*B*. Organes sécréteurs externes :

Les essences des Labiées et des Géraniacées, principalement fournies par des poils sécréteurs.

*C*. Organes sécréteurs internes (canaux ou glandes) et externes (poils):

Les essences des composées (Absinthe, Millefeuille, Tanaisie, etc.).

*Application*. — Un fait général se dégage de la connaissance que nous avons maintenant du siège des essences dans les plantes; c'est que toutes ou presque toutes sont contenues dans des cellules ou des tissus différenciés situés à la périphérie de l'organe végétal qui les produit.

De leur localisation et de leur volatilité il résulte que, pour leur préparation, la distillation est l'opération pharmaceutique la plus recommandable. Il suffit de s'adresser aux organes les plus riches en essences ou en organes différenciés.

Les caractères microscopiques et les réactions microchimiques que nous avons donnés suffiraient à indiquer à quels organes de la plante il est préférable de s'adresser. C'est en général aux parties jeunes ou aux sommités, aux fleurs, aux fruits, aux feuilles.

Dans certains cas, lorsque l'essence est très abondante dans l'organe, on pourra opérer par simple expression; le Codex recommande ce mode opératoire pour les essences extraites des fruits des *Citrus* (essences de Bergamote, de Cédrat, d'Orange, de Citrons, etc.). Enfin si l'huile volatile est contenue dans les écorces ou les bois des tiges, et que les drogues végétales qui les fournissent n'arrivent en Europe qu'à l'état sec (Cannelle, Sassafras, etc.), il faut laisser macérer les drogues dans l'eau durant quelques jours avant de distiller; il sera nécessaire, pour bien épuiser la drogue, de cohober et de recohober plusieurs fois les liquides distillés.

Quant aux essences contenues dans des canaux sécréteurs, on peut les obtenir dans quelques cas par simple incision; elles découlent alors de l'arbre; les cas en sont rares d'ailleurs et nous ne pouvons guère citer que le *Dryobalanops Camphora*. Nous reviendrons, du reste, au sujet des résines et des baumes, sur ce mode opératoire; c'est à ces produits qu'il s'applique d'une manière générale.

*Localisation des résines, oléo-résines, gommes-résines et baumes.* — Nous réunissons dans un même paragraphe tous ces produits, parce que le siège qu'ils occupent dans la plante est toujours le même.

Sauf quelques résines fournies par des plantes pourvues de laticifères comme les résines de Scamonée et de Jalap, la gomme-résine d'Euphorbe, etc., produits que nous énumérons à propos des latex, tous ceux que nous réunissons ici sont localisés dans des canaux sécréteurs, plus rarement dans des cellules peu ou pas différenciées. Nous n'avons pas à revenir sur l'origine de ces canaux sécréteurs; nous renvoyons à ce que nous en avons dit plus haut; pourtant il est utile de noter une différence, jusqu'à présent unique, observée chez les *Copaifera.*

Les canaux sécréteurs qui se trouvent dans le bois des tiges de ces plantes ne possèdent pas de cellules de bordure provenant des divisions radiales des cellules de bordure primitives. Les canaux sécréteurs naissent dans le cambium entre deux rayons médullaires. On voit, au début, un méat quadrangulaire limité par 4 cellules de bordure, c'est le cas normal: mais, à mesure que le méat central s'agrandit, les 4 cellules de bordure ne se multiplient pas par des cloisons radiales, elles restent toujours identiques à elles-mêmes; elles s'écartent deux par deux les unes des autres; la dissociation a lieu soit dans une direction radiale: deux des cellules allant à droite, les deux autres à gauche, soit dans une direction tangentielle, les deux cellules extérieures restant à la périphérie, les deux internes gagnant le centre. Dans ces deux cas, d'autres cellules du cambium arrivent à limiter la cavité agrandie et deviennent sécrétrices; ces nouvelles cellules sécrétrices peuvent d'ailleurs se multiplier par des cloisons radiales. Les organes sécréteurs des *Copaifera* situés dans d'autres parties de la tige, de la racine et de la feuille ont un développement normal (Guignard).

Nous avons dit plus haut que plusieurs auteurs expliquent par la

résorption et la désorganisation des tissus la grande quantité de produits fournis souvent par la simple incision d'une plante pourvue de canaux sécréteurs ; nous avons dit qu'il ne nous semble pas nécessaire de faire appel à la désorganisation des tissus pour comprendre ce phénomène.

En effet, les canaux sécréteurs sont généralement localisés dans des régions définies ; ils sont corticaux, libériens, ligneux, médullaires, etc.; or, sans quitter ces régions, ils sont susceptibles de s'anastomoser et de se ramifier. M. Guignard a donné des figures très instructives des réseaux formés par les canaux sécréteurs situés dans le bois des *Copaifera* ; tout récemment, M. Sauvageau a signalé le même fait chez les Butomées (1). Nous avons aussi vu et figuré des anastomoses de canaux sécréteurs chez les Térébinthacées (2). Tout porte à croire que les anastomoses des organes sécréteurs sont plus répandues qu'on ne le pense chez la plupart des plantes qui en sont pourvus. Ainsi, nous avons signalé un certain nombre de plantes dont les tiges contiennent des canaux anastomosés, dès la première année; chez d'autres plantes, les canaux sécréteurs du liber secondaire apparaissent plus tard, alors que les tiges ont deux ou trois ans ; nous avons pu constater ce phénomène chez différents *Protium* (*P. altissendum* March., P. *obtusifolium* March., P. *decandrum* March.), chez l'*Hedwigia balsamifera* Sw. et le *Commiphora caudata* Engl., dont nous avons eu entre les mains des exemplaires de différents âges.

Il résulte de ces anastomoses que toutes les parties du système sécréteur communiquent entre elles et qu'une incision faite en un point provoque l'écoulement d'un liquide abondant qui provient de tout le système sécréteur. Il est donc très rationnel d'admettre que les grandes quantités de produits qui s'écoulent rapidement par une incision quelconque résultent bien plus des anastomoses, observées dans certains cas, que d'une désorganisation hypothétique des tissus, et cela d'autant plus que dans la plupart des cas, non seulement les canaux sécréteurs et leurs cellules de bordure contiennent des produits résineux, mais qu'encore les cellules végétatives en renferment. Müller avait signalé, dès 1866, que les cellules normales, même assez éloignées des organes sécréteurs contenaient, à côté de grains d'ami-

(1) Sauvageau. — Sur la feuille des Butomées. *Ann. Sc. nat. Bot.* 7me série, t. XVII, 1893.

(2) Jadin. — Contribution à l'étude des Térébinthacées, Montpellier 1894

don, des huiles essentielles révélables par la teinture d'Alkanna. M. Guignard a récemment confirmé cette observation. Il a constaté que : « non seulement les cellules du parenchyme qui avoisinent ordinairement les canaux, mais aussi les rayons médullaires, montrent, à côté de l'amidon, de l'oléo-résine sous forme de globules tantôt parfaitement arrondis, tantôt comme diffluents dans le protoplasme cellulaire (1). Les observations de M. Guignard ont porté sur les Pins maritimes et les *Copaifera*.

Du reste, dans les tiges très âgées, on peut admettre la destruction des tissus en certains points; cette destruction est même très probable; mais ce n'est pas là un fait spécial aux plantes qui possèdent des organes sécréteurs; il est général et se produit chez un grand nombre de végétaux ; l'organe sécréteur ne doit pas son origine (les observations faites jusqu'à ce jour permettent de le penser du moins) à la désorganisation des tissus que nous avons vu se produire pour former les gommes dans certaines plantes.

Il resterait à dire comment se produit la gomme des gommes-résines. Il ne nous semble pas possible de donner une explication basée sur des faits observés.

Dans les Ombellifères, qui fournissent ces produits comme les *Dorema* et les *Ferula*, on ne voit rien de semblable aux processus signalés à propos de la genèse des gommes ; partout, les organes sécréteurs sont normaux avec les cellules de bordure ordinaires. Il en est de même pour la plupart des Térébinthacées que j'ai pu observer. Pourtant, les proportions de gomme que donnent les analyses varient de 20 à 25 o/o pour les produits gommo-résineux fournis par certaines plantes de ces familles. En attendant de plus amples observations, il y a lieu d'admettre que les gommes-résines sont produites, comme les résines, les oléo-résines et les baumes, par une sécrétion de la plante.

*Liste des plantes fournissant ces produits.*— Nous énumèrerons ces plantes en les rangeant par familles ; nous nous contenterons de marquer la place des canaux sécréteurs dans les organes d'où l'on extrait les produits employés en pharmacie. Mais, comme la présence d'organes sécréteurs est à peu près toujours constante dans toutes

(1) Guignard. — *Loc. cit.*, p. 257.

les espèces d'une même famille ou d'une même tribu, les plantes voisines des espèces énumérées contiennent aussi des produits résineux, localisés dans les mêmes organes.

## LISTE DES PRINCIPALES FAMILLES FOURNISSANT DES RÉSINES, DES OLÉO-RÉSINES, DES GOMMES-RÉSINES ET DES BAUMES

Conifères. — Canaux sécréteurs dans des régions différentes : Les *Pinus* ont des canaux:
- *a.* Dans l'écorce et dans le bois de la tige ; ils fournissent des Térébenthines (Térébenthine de Bordeaux, de Boston, d'Allemagne, etc.) et des Baumes (B. de Riga, de Hongrie), les *Larix* (Térébenthine de Venise).
- *b.* Dans l'écorce de la tige ; les *Abies*, fournissant la Térébenthine d'Alsace (*A. pectinata* DC.), le Baume de Canada (*A. balsamea* DC.), la poix de Bourgogne (*A. excelsa* Lamk.).
- *c.* Dans l'écorce et le liber ; les *Thuia*, fournissant la résine de Sandaraque (*T. articulata* Desf.)
- *d.* Dans le péricycle et dans l'écorce ; les *Dammara* produisant la résine de Dammar (*D. orientalis* Lamb.).

Liquidambaracées. — Canaux sécréteurs médullaires ; Baumes de Liquidambar (*L. styraciflua* L.), etc.

Diptérocarpées. — Canaux sécréteurs médullaires et ligneux. Baume de Gurjum (*Dipterocarpus* sp.), Dammar de l'Inde (*Shorea robusta* Roxb.), etc.

Guttifères. — Canaux dans l'écorce, le liber et la moelle ; Gomme-gutte (*Garcinia* sp.), oléo-résines ou Baumes verts de Bourbon et des Antilles (*Calophyllum* sp.), résine de Mani (*Symphonia globulifera* L. fil.), etc.

Ombellifères. — Canaux dans l'écorce, le péricycle, le liber et la moelle des tiges, l'écorce, le péricycle et le liber des racines ; Gommes-résines : d'Asa-fœtida (racines de *Ferula Asa-fœtida* L.), de Galbanum (tiges de *Ferula galbaniflua* Boiss. et Buhse), etc., la gomme ammoniaque (tiges de *Dorema ammoniacum* Don., etc.), etc.

Térébinthacées. — Canaux sécréteurs libériens dans la tige et dans la racine ; souvent des canaux médullaires dans la tige (nombreuses Anacardiées) ; les genres qui fournissent le plus de produits sont : les *Pistacia* (mastic, térébenthine de Chio), les *Commiphora* (Baume ou oléo-résine de la Mecque, Bdellium, Myrrhe), les *Boswellia* (Encens), les *Protium* (Elemi du Brésil, Tacamaque d'Amérique), etc.

Légumineuses. — Canaux dans le bois de la tige, notamment chez les *Copaifera* (oléo-résine de Copahu), les *Hymenea* et *Trachylobium* (Copal). — Canaux dans l'écorce : les *Myroxylon* (Baumes de Tolu et du Pérou), etc.

*Application.* — Nous voyons qu'en général, les canaux sécréteurs se trouvent surtout dans l'écorce et le liber ; mais, même situés dans le bois et la moelle, ils accompagnent les parties qui se rendent aux feuilles et traversent toujours, sur un parcours plus ou moins long, l'écorce de la plante. Aussi suffit-il généralement d'inciser l'écorce

pour provoquer l'écoulement du produit qui se trouve tout formé dans la tige ou la racine.

Dans l'exploitation si connue des forêts de pins d'Europe, qui fournissent les térébenthines, les incisions vont jusqu'au bois, et cela parce que le bois contient aussi des canaux d'oléo-résine.

Pour extraire l'oléo-résine de *Copahu*, on doit pénétrer aussi jusqu'au bois, car les canaux sécréteurs sont nombreux et anastomosés dans cette région, tandis que l'écorce ne contient que de courtes poches sécrétrices.

Liquides à l'intérieur de la plante, ces produits s'épaississent plus ou moins en arrivant à l'air, suivant les proportions et la volatilité des essences qui maintiennent les résines en solution. On voit alors, dans une même famille, certains genres donner naissance à des produits solides, d'autres à des produits liquides. Ainsi les Légumineuses fournissent le copal, résine solide des genres *Trachylobium*, *Guibourtia* et *Hymenea*, alors que l'oléo-résine de copahu s'extrait des *Copaifera*.

Ces différences ne tiennent qu'à des détails secondaires, car plusieurs principes médicamenteux peuvent être extraits d'un même produit.

Des térébenthines des pins, par exemple, on extrait :

1° L'essence de térébenthine qui passe à la distillation et qui fournit, comme produits secondaires, quelques autres produits médicamenteux, tels que la terpine et le terpinol ;

2° La colophane-résine qui reste dans la cucurbite.

La chimie actuelle a une tendance à rechercher ainsi des corps chimiquement définis dans les produits naturels et souvent complexes des plantes.

## BIBLIOGRAPHIE

**Beauregard** (H.). — Des organes glandulaires des végétaux ; des produits qu'ils fournissent à la matière médicale. Paris, 1879.

**Blondel** (R.). — Sur le parfum et son mode de production chez les Roses. (*Bull. Soc. Bot. de Fr.*, t. XXXVI, 1889, p. 107).

**Dippel** (L.). — Zur Histologie der Coniferen. — Die Harzbehälter der Weisstanne und die Entstehung des Harzes in denselben. (*Bot. Zeit.*, 1863, p. 253-259).

**Godfrin** (J.). — Sur les canaux résineux de la feuille du Sapin, leurs communications avec ceux de la tige. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXIX, 1892, p. 233).

**Guignard** (L.). — L'appareil sécréteur des *Copaifera*. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, t. XXXIX, 1892).

**Heckel** et **Schlagdenhaufen**.— Sur la sécrétion des Araucaria. (C. R. Ac. Sc., Paris, 1887).

— Etude de nouvelles plantes médicinales néo-calédoniennes. (*Répertoire de Pharmacie*, 1893).

**Jadin** (F.).— Les organes sécréteurs des végétaux et la matière médicale. (Montpellier, 1888).

— Contribution à l'étude des Térébinthacées. (Montpellier, 1894).

**Kouriloff**.— Sur les terpènes de l'huile de *Pinus Abies*. (*Journ. de la Soc. phys. et chim. russe*, t. 21, 1889, N° 6).

**Kwasnik** (Wilhelm).— Chemisehe Untersuehung des flüchtigen Oels der Lindera sericea Bl. (Kuromoji-Oel). (*Archiv. der Pharm.*, vol. 230, p. 265-287).

**Lampe** (Herm.).— Beiträge zur Kenntniss von Carvol und Campher. (*Inaug. diss*), Göttingen, 1889).

**Landsberg** (W.). — Das ätherische Oel von *Daucus Carota*. (*Archiv. der Pharm.*, t. 228, 1890, p. 85).

**Lausel** (Enr.).— Dell'essenza delle fogli del *Laurus nobilis*: texi di laurea. 8°, 8 p. Pisa, 1892)

**Leblois** (M[lle] A.).— Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et des poches sécrétrices. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7[me] sér., t. VI, 1888).

**Marchand** (L.).— Enumération des substances fournies à la médecine et à la pharmacie par les Térébinthacées. Paris, 1869).

**Mesnard**. — Recherches sur le mode de production du parfum dans les fleurs. (C. R. Ac. Sc. Paris, t. 115, 1892, p. 892).

**Müller** (N.-J.-C.).— Untersuchungen über die Vertheilung der Harze, ætherischen OEle, Gummi und Gummiharze. (*Pringsheim Jahrb.*, t. V, 1866-1867).

**Roques**.— Production du camphre à Formose. (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 1893).

**Sauvageau** (C.).— Sur la feuille des Butomées. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7[me] série, t. 17, 1893).

**Semmler** (F.-W.).— Das ätherische Oel der Küchenzwiebel (*Allium Cepa*). (*Archiv der Pharm.*, vol. 231, 1892, p. 443).

— Ueber das ätherische Oel des Knoblauchs (*Allium sativum*) (*loc. cit.*, p. 434).

**Stockwell** (G. Archie).— Eucalyptus oil and Eucalyptol. (*Bull. of Pharm.*, 1891, p. 447-453).

**Tschirch** (A.).— Ueber den Ort der Oel bezw. Harzbildung bei den schizogenen Secretbehältern. (*Ber. der deuts. bot. Gesells.*, 1893, p. 201-203).

**Van Tieghem**.— Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 5[me] série, t. XVI, 1872).

— Second mémoire sur les canaux sécréteurs. (*Id.* 7[me] série, t. I, 1886),

— Nouvelles remarques sur la disposition des canaux sécréteurs dans les Dipterocarpées, les Simarubacées et les Liquidambarées. (*Journ. de Bot.* (Morot), 1891, p. 377).

— Structure et affinités des Stachycarpus, genre nouveau de la famille des Conifères. (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1891, p. 162).

**Voigt** (A.).— Lokalisierung des ätherischen Oeles in den Geweben der Allium Arten. (*Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftliche Anstalten*, t. VI, 1889).

**Vuillemin** (P.). — Sur l'évolution de l'appareil sécréteur des Papilionacées. (*Bull. Soc. bot. Fr.* 1891, p. 193).

**Weber** (Johannes). — Ueber das ätherische Oel der Blätter von Cinnamomum ceylanicum. (*Archiv. der Pharm.*, Bd 230, 1892, p. 232-240).

**Wender Neumann.** — Ueber Gaultheriaöl. (*Zeitschr. des allg-öst. Apotheker Vereines*, 1891. N° 20, p. 359-361).

**Werner.** — Ueber Oleum Betel von Piper Betle und Oleum Macassar. (*Bot. Centralb.*, t. XLIV, 1890, p. 396).

---

CHAPITRE VI

# LATEX

*Définition et origine.* — Les Latex sont bien plus complexes que les matières que nous avons étudiées dans les deux derniers chapitres. Ils peuvent contenir des gommes, des hydrocarbures, de l'amidon, des alcaloïdes, etc.; pour rappeler leur nature complexe, qu'il nous suffise de citer l'Opium, latex qui découle du *Papaver somniferum* L. Les sucs laiteux fournissent un grand nombre de produits industriels ou pharmaceutiques : les caoutchoucs, les gutta-percha, plusieurs alcaloïdes et glucosides. Il n'est pas possible, étant donné la complexité de ces sucs, d'énumérer leurs composants, nous nous bornerons à dire qu'ils renferment une partie fluide tenant en suspension un grand nombre de globules ténus, huiles, amidon, matières protéiques, etc., et en dissolution, de nombreux corps solubles, tels que des alcaloïdes et des glucosides.

Il ne peut donc pas y avoir de réactions microchimiques spéciales aux sucs laiteux ; dans le chapitre précédent déjà, nous n'avons pu mentionner que les caractères et les réactions microchimiques des essences et des résines; il n'a pas été possible d'indiquer une seule réaction générale pour les baumes, les oléo-résines et les gommes-résines, en dehors de celles qui résultent de leur manière d'être vis-à-vis des réactifs des essences ou des résines. Ici de même, aucune réaction microchimique spéciale ne permet de déceler un suc laiteux quelconque, les corps qui y sont tenus en suspension et en dissolution réagissent chacun pour son propre compte. Quand il contient de l'amidon, par exemple, cet amidon répond aux réactions que nous avons indiquées pour ce corps ; nous verrons aussi, dans la suite, qu'un certain nombre de glucosides et d'alcaloïdes tenus en solution dans ces sucs sont susceptibles d'y être révélés par leurs réactions microchimiques.

Mais si, par suite de leur complexité, aucun réactif microchimique général ne peut déceler les sucs laiteux, certains caractères mor-

phologiques permettent, par contre, de trouver leur localisation. En effet, toutes les plantes capables de donner des sucs laiteux sont pourvues de *laticifères*.

Les laticifères sont des cellules nettement différenciées, ayant des caractères spéciaux qui permettent de les reconnaître. Le contenu cellulaire ou latex tranche toujours assez bien avec les contenus des autres cellules ; il a souvent un aspect plus ou moins laiteux ; quelquefois, il est coloré de diverses façons, particulièrement en jaune ou en rouge.

Le laticifère type est une cellule longue qui fréquemment se trouve déjà formée dans l'embryon ; elle s'allonge avec la plante, la parcourant du sommet de la tige à l'extrémité de la racine et se ramifiant dans le végétal sans s'anastomoser. Les parois du laticifère sont épaisses, brillantes, d'aspect nacré comme celles du tissu libérien. Il contient un suc lactescent et de nombreux noyaux ; il forme donc un système à noyaux multiples. Ces cellules s'isolent facilement par la macération. De pareils laticifères se rencontrent chez les Urticacées, les Euphorbiacées, les Apocynacées et les Asclépiadacées. Ils ont été signalés de tout temps et laissent découler à la moindre blessure un abondant latex.

Mais tous les laticifères n'appartiennent pas à ce type simple ; tout au voisinage de ce type, on peut placer les laticifères qui manquent dans l'embryon, mais qui naissent pourtant de bonne heure, formant un système identique à celui que nous venons d'indiquer, parcourant toute la plante et se ramifiant avec abondance. Ils existent du reste les uns et les autres chez des plantes qui appartiennent à la même famille et ne forment pas une catégorie à part. Tous ces laticifères sont de même nature et constituent les laticifères continus et inarticulés. Ailleurs, le latex est contenu dans des cellules ordinaires, à peine un peu plus longues que les autres, isolées et disséminées dans les régions parenchymateuses où elles sont localisées (*Glaucium*).

Entre ces deux systèmes, nous trouverons tous les intermédiaires. Que les cellules isolées soient placées en séries longitudinales et que les parois transversales demeurent, nous constatons un premier pas vers le premier système ; on le trouve chez les Convolvulacées et les Sapotacées. Si les cloisons transversales se détruisent en partie ou en totalité, témoignant de leur existence primitive par un bourrelet annulaire, un progrès de plus est accompli : la tige des

*Chelidonium* en offre un exemple. Enfin, nous touchons presque au système type lorsque deux ou plusieurs files longitudinales de cellules étant voisines s'anastomosent entre elles par des séries transversales de cellules, et qu'alors, la résorption des parois séparatrices ayant lieu, toutes les parties du système sont mises en communication. Nous avons alors affaire à des laticifères continus et articulés. On les observe dans les Composées (Liguliflores), les Campanulacées, les Lobéliacées, les Papayacées, les Papavéracées, etc.

On voit donc que le laticifère est morphologiquement différent du canal ou de la poche sécrétrice; ici il n'y a pas de méat pour réservoir.

Les laticifères peuvent exister dans quelques genres d'une même famille, sans exister dans tous. Ainsi, beaucoup de genres de la famille des Euphorbiacées contiennent des laticifères, tandis que les *Caletia*, les *Phyllanthus*, les *Bridelia*, etc., en sont dépourvus. Deux types différents de laticifères peuvent aussi se trouver dans une même famille (Papavéracées). Les laticifères se trouvent surtout dans les régions périphériques (corticale et libérienne) ou dans la moelle.

*Application.* — Comme pour les organes sécréteurs, il suffit de faire des incisions et de laisser couler le latex de l'organe blessé.

Les produits fournis par les laticifères sont très nombreux et très variés. Ils donnent des produits industriels, comme le caoutchouc et la gutta-percha.

Le caoutchouc brut est un mélange de matières grasses, d'huiles, d'amidons, de sucres, de sels divers et d'un hydrocarbure $(C^{10}H^{16})^n$. La matière principale est l'hydrocarbure ; c'est lui surtout qui forme le caoutchouc. Différentes plantes peuvent le produire : Parmi les Euphorbiacées : différents *Hevea*, *Siphonia* et *Micrandra* ; parmi les Apocynacées : l'*Hancornia speciosa*, des *Vahea*, des *Landolphia*, le *Parameria Pierrei* H. Bn., certains *Urceola*, *Cameraria*, *Alstonia*, *Echites*, etc.; parmi les Asclépiadacées, le *Cynanchum ovalifolium* ; parmi les Urticacées, le *Castilloa elastica*, certains *Ficus*.

Le caoutchouc peut être produit en grande quantité par un seul arbre, un *Castilloa*, dont le tronc, qui atteint environ 45 centimètres de diamètre, donne au maximum, en avril, 20 gallons de latex d'où l'on extrait 50 livres de caoutchouc. Il faut avoir soin de ne pas le récolter pendant l'hivernage, car le rendement en avril, saison sèche, est supérieur de 60 o/o à celui d'octobre, saison des pluies.

La gutta-percha $(C^{20}H^{32})$ est produite par le latex des Sapotacées.

Elle est fournie par les genres : *Dichopsis*, notamment par le *D. Gutta* Benth. (*Isomandra Gutta* Hoock), *Palaquium*, *Payena*, *Mimusops*, *Butyrospermun*, *Bassia*, *Chrysophyllum*, etc.

Beaucoup de plantes sont employées en pharmacie à cause des propriétés médicinales que leur communique le latex qu'elles renferment ; mais on emploie aussi directement plusieurs latex.

*Énumération des principaux latex directement employés en pharmacie :*

Opium.— Mésocarpe des fruits du *Papaver somniferum* L. (Papavéracées).
Lactucarium.— Péricycle et écorce interne de la tige de plusieurs *Lactuca* (*L. virosa* L., *L. Scariola* L., *L. sativa* L.) (Composées).
Latex du Papayer.— Mésocarpe du fruit vert du *Carica Papaya* L. (Papayacées).
Balata.— Écorce des tiges du *Mimusops Balata* Gærtn. (Sapotacées).
Suc de Massaranduba.— Ecorce des tiges du *Mimusops elata*.
Upas-Antiar.— Tige de l'*Antiaris toxicaria* Lesch. (Artocarpées).
Gomme-résine d'Euphorbe.— Tige d'*Euphorbia resinifera* Berg. (Euphorbiacées).
Gomme-résine de Scammonée.— Écorce et bois des racines du *Convolvulus Scammonia* L. (Convolvulacées).

Quelques produits ne s'obtiennent pas par incisions; on les obtient en dissolvant les résines dans l'alcool et en les précipitant de leur solution alcoolique par l'eau; tels sont :

La résine de Jalap.— Racines d'*Exogonium Purga* Benth. (Convolvulacées).
La résine de Jalap fusiforme.— Racines de *Convolvulus Orizabensis* Pillet (Convolvulacées).
Résine de Scammonée. — Racines de *Convolvulus Scammonia* L. (Convolvulacées).
Résine de Turbith.— Racines de *Convolvulus Turpethum* L. (Convolvulacées).

Toute la première série s'obtient par l'incision des parties superficielles des organes. La composition de ces latex est très variable : l'opium contient un grand nombre d'alcaloïdes ; le Lactucarium en contient aussi plusieurs; le suc de Papayer est employé pour la papaïne qui exerce sur les matières protéïques une action analogue à celle des peptones.

Dans les Mascareignes, nous avons vu employer le latex du Papayer : à l'intérieur, contre les vers; à l'extérieur, en badigeonnages contre les cors, les durillons et les membranes diphtériques.

Le *Balata* sert à la fabrication des bougies uréthrales, etc.

Bien que nous réunissions, par similitude de composition, les produits étudiés dans ce mémoire, nous n'avons pas cru devoir parler des gommes-résines d'Euphorbiacées et de Convolvulacées dans le

chapitre précédent. Leur siège est ici nettement localisé dans des laticifères; et les laticifères forment un tout si bien défini au point de vue morphologique qu'il nous a semblé plus rationnel d'énumérer ces gommes-résines dans ce paragraphe.

APPENDICE

## GOMMES LAQUES

A l'exemple de beaucoup d'auteurs, nous avons considéré le miel comme un produit végétal, alors que d'autres le considèrent comme un produit animal.

Avec les gommes laques, nous nous trouvons encore en présence d'un de ces produits dont l'origine est discutée ; suivant les uns, les gommes laques doivent être considérées comme des produits exclusivement animaux ; pour les autres, ce sont des composés produits en partie par l'animal, en partie par le végétal.

Les premiers allèguent en faveur de leur opinion le grand nombre de végétaux sur lesquels viennent se poser les Coccidées de la laque.

En effet, tandis que les insectes trouvés dans les laques se rattachent à trois genres seulement (*Carteria*, *Tachardia* et *Gascardia*), l'on connaît jusqu'à 43 plantes (Watt) sur lesquelles vivent ces animaux.

En faveur de la seconde opinion, on peut remarquer que la plante réagit certainement contre la présence de l'insecte ; nous en trouvons une nouvelle preuve dans le travail récent de M. Gascard. A la page 70, l'auteur donne des figures d'après lesquelles la portion de la branche (une Lauracée) qui supporte l'animal est nettement modifiée, et dans la note de M. Radais, que l'auteur reproduit, nous lisons la phrase suivante : «La comparaison des deux coupes précédentes, pratiquées dans des parties voisines d'un même rameau, c'est-à-dire dans des tissus contemporains, tend à prouver que cet ensemble de productions constitue une sorte de réaction de l'organisme végétal qui utilise pour sa défense, mais avec un luxe tout particulier, les procédés naturels de protection dont il dispose (1).»

(1) Gascard. *Loc. cit.*, p. 71.

D'autre part, la plupart des plantes sur lesquelles se trouvent les laques appartiennent à des familles susceptibles de produire des résines. On trouve, en général, les Coccidées à laque sur des Euphorbiacés, des Légumineuses, des Artocarpées, des Rhamnacées, des Sapindacées, des Lauracées, etc. Or, parmi ces familles, les Artocarpées et les Euphorbiacées laissent découler à la moindre blessure un abondant latex ; les Légumineuses, les Lauracées, les Rhamnacées donnent des résines ou des gommes ; et si la tige de la Lauracée, qui porte la laque de Madagascar, réagit à un point tel que l'écorce est hypertrophiée et modifiée, il est bien certain que toutes les tiges à laque réagissent dans une certaine mesure. Dans ces conditions, il paraît certain qu'il découle, des Artocarpées et des Euphorbiacées au moins, un latex qui doit contribuer à la formation de la résine.

Nous croyons donc rationnel d'admettre que la résine, qui, dans les gommes laques, forme de 68 à 90 °/₀ de la masse totale, est, au moins en partie, produite par le végétal. C'est pourquoi nous considérons les gommes laques comme provenant en partie des végétaux et en partie des animaux qui, sans aucun doute, fournissent toute la cire.

Néanmoins, la question n'est pas résolue et pourrait donner lieu à un travail intéressant. Ce travail devrait être entrepris, à notre avis, dans les pays d'origine des laques ; il faudrait en étudier la première apparition et le développement.

## BIBLIOGRAPHIE


**Blanchard** (R.).— Les Coccidées utiles. Thèse d'agrégation, 1883. — Traité de zoologie médicale, t. II, 1890, p. 449.

**Chauveaud.**— Recherches embryogéniques sur l'appareil laticifère des Euphorbiacées, Urticacées, Apocynées et Asclépiadées. (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 7me série, t. XIV, 1891).

**Collins.**— Report on the caoutchouc of commerce, London, 1872.

**Gascard** (Alb.).— Contribution à l'étude des gommes laques des Indes et de Madagascar; 8°, Paris, 1893.

**Heckel** et **Schlagdenhaufen.**— Recherches sur les guttas-perchas fournies par les *Mimusops* et les *Payena*. (*Journal de Pharmacie de Lorraine*, 1888).

**Schmalhausen.**— Beiträge zur Kenntniss der Milchsaftbehälter der Pflanzen. (*Mém. de la Soc. imp. de St-Pétesbourg*, 7me sér., t. XXIV, 1877).

**Targioni-Tozzetti** (Ad.).— Note sur une espèce de laque provenant de Madagascar et sur la laque rouge des Indes, avec aperçu sur les insectes qui les produisent; 8°, Paris, 1893).

**Watt** — Dictionary of the economic products of India; Article *Coccus*, vol. II, p. 398).

## CHAPITRE VII

# ALCALOÏDES

*Généralités.* — Les alcaloïdes sont des composés azotés ; ce sont des alcalis, c'est-à-dire des composés analogues à l'ammoniaque et aux bases minérales, pouvant neutraliser les acides et donner naissance à des sels définis.

Ils renferment presque tous du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote ; l'oxygène cependant manque dans quelques-uns; ils sont alors liquides et volatils, tels sont la nicotine $C^{10}H^{14}Az^{2}$, la conicine $C^{8}H^{17}Az$, etc. Tous les autres alcaloïdes sont fixes et presque tous solides.

C'est au commencement de ce siècle que la chimie a découvert les alcaloïdes des végétaux.

« La découverte des alcalis organiques végétaux est l'une des plus belles conquêtes scientifiques de la première moitié de ce siècle. Elle avait été retardée, comme toutes les grandes découvertes, par les idées théoriques depuis longtemps régnantes. Les végétaux soumis à l'action de la chaleur donnaient des *phlegmes acides* et cette observation était restée l'un des arguments qu'on invoquait pour admettre que les plantes ne pouvaient fournir de produits alcalins et surtout d'alcalis fixes. Lorsqu'en 1792 Fourcroy fit l'observation que «la macération de quinquina semble verdir le papier de tournesol, et que l'eau de chaux y donne lieu à un précipité », Berthollet, répétant et confirmant cette expérience, conclut que ce précipité blanc semble n'être que de *la magnésie* contenue à l'état de sel dans l'écorce du végétal. Vauquelin observe, peu de temps après, que le *Daphne alpina* contient une substance jouissant de propriétés alcalines ; mais il ne va pas au delà. Il isole plus tard la nicotine du tabac ; mais, dominé par les idées de son époque, il se hâte d'en attribuer l'alcalinité à l'ammoniaque dont le réactif employé a provoqué la fermentation. En 1802, Derosne, traitant l'extrait d'opium, obtient aussi un corps doué de propriétés

faiblement alcalines qu'il attribue encore à l'action des réactifs. En 1804, Seguin reprend le travail de Derosne et sépare de l'opium, à l'état cristallisé, sa principale substance active, celle à laquelle on devait un jour donner le nom de *morphine*. Dans son mémoire lu, le 24 décembre 1804, à l'Institut, il se borne à conclure que « les acides dissolvent ce principe cristallin, et cette solution amère est précipitée par tous les alcalis, dont aucun ne jouit de la propriété de le dissoudre. » Enfin, dans un travail publié en 1817, Sertuerner, jeune pharmacien de Hanovre, publie le résultat définitif de recherches commencées en 1804 ; il retrouve la substance de Seguin, mais il fait plus : il la caractérise nettement comme base et lui donne son nom. Il l'obtient à l'état de cristaux grenus en traitant par l'ammoniaque la solution d'opium. « *Ces cristaux, lavés à plusieurs reprises*, dit-il, sont *la morphine, la partie efficace de l'opium*. C'est une *base alcaline, substance très singulière qui semble se rapprocher de l'ammoniaque.* » Ces mémorables paroles déchiraient tous les voiles. Désormais la découverte des alcaloïdes végétaux était faite: elle allait maintenant se compléter rapidement (1).

Depuis lors, en effet, les découvertes se succèdent; c'est d'abord l'émétine (Pelletier, 1817), puis la strychnine et la brucine (Pelletier et Caventou, 1818), la quinine (Pelletier et Caventou, 1820), la caféine (Runge, 1827), l'atropine (Meiss, 1827), l'aconitine (Geiger et Hesse, 1827), etc.

Aujourd'hui, le nombre des alcaloïdes est très grand, il augmente de jour en jour. Chaque nouvelle plante introduite dans la matière médicale apporte généralement avec elle un ou plusieurs alcaloïdes auxquels elle doit ses propriétés spéciales.

Nous ne pouvons agir, pour ces principes médicamenteux, comme nous l'avons fait pour les autres. L'importance de ces corps, la diversité des réactifs employés, nous obligent à traiter chacun d'eux dans un paragraphe spécial.

Nous nous occuperons d'une façon spéciale des alcaloïdes qui ont été l'objet de recherches microchimiques ou qui ont été localisés exactement. Nous ne ferons que citer les autres, en rappelant les plantes dans lesquelles ils ont été trouvés. Cette longue liste servira d'indication pour les recherches futures. Les recherches chimiques sont

(1) A. Gautier. *Loc. cit.*, vol. II, p. 578.

arrivées à localiser un grand nombre de ces alcaloïdes dans tel ou tel organe de la plante. La chimie ne pouvait guère aller plus loin. Les méthodes microchimiques permettent seules d'arriver à une localisation précise et détaillée.

Déjà en 1862, Howard déterminait dans les écorces de quinquina la localisation de la quinine, mais sans faire appel à des réactions microchimiques.

C'est en 1874 seulement que commencent les véritables recherches microchimiques faites dans le but de révéler le siège des alcaloïdes. M. Borscow, le premier, emploie la méthode des réactions microchimiques.

De 1874 à 1887, paraissent quelques mémoires qui ont trait à cette question, mais qui ne fournissent pas de résultats concluants.

En 1887, enfin, est publié un mémoire de MM. Erréra, Maistriau et Clautriau, qui donne des méthodes exactes, et, deux ans plus tard, M. Erréra, précisant davantage, indique un procédé qui permet de conclure d'une façon certaine.

Avant de résumer la marche qui nous paraît la plus susceptible de fournir des résultats sûrs et définitifs, nous devons indiquer quelques réactifs généraux des alcaloïdes déjà employés en chimie et servant aussi aux recherches microchimiques.

*Réactifs des alcaloïdes.* — Nous ne pouvons songer à donner toutes les réactions des alcaloïdes parce qu'elles sont très nombreuses et que beaucoup varient suivant l'alcaloïde à étudier. Nous ne parlerons ici que des réactifs les plus employés, et qui fournissent des résultats communs à presque tous les alcalis végétaux.

Il sera toujours nécessaire de se rapporter aux mémoires spéciaux pour chacun des alcaloïdes en particulier.

Les réactifs que nous citons sont ceux qui ont donné des résultats microchimiques.

Nous ferons remarquer encore que presque tous réagissent, non seulement sur les alcaloïdes, mais aussi sur certains autres corps contenus dans les cellules végétales, notamment sur les protéides. Nous indiquons plus loin les moyens qui permettent de tourner cette difficulté.

I. — L'iodure de potassium iodé en solution aqueuse donne, suivant les alcaloïdes, des précipités rouge-brun ou kermès, solubles dans l'hyposulfite de soude. Ce précipité est bien visible et facile à observer.

Si l'on a soin d'ajouter un peu de carbonate d'ammonium à la solution d'iodure de potassium iodé, le réactif ne précipite plus les protéides (peptones et substances albuminoïdes), il les colore en jaune seulement, alors que les alcaloïdes sont toujours précipités en brun foncé (Clautriau).

II. — L'acide phosphomolybdique en solution aqueuse : précipité jaune pâle.

III. — L'iodure double de mercure et de potassium en solution aqueuse : précipité jaunâtre.

IV. — L'iodure double de cadmium et de potassium : précipité blanchâtre.

V. — Le chlorure de platine ou le chlorure d'or en solution aqueuse : précipité jaune.

VI. — Le bichlorure de mercure en solution aqueuse : précipité blanc.

VII. — L'acide picrique en solution aqueuse saturée : précipité jaune.

VIII. — Les tanins : précipité blanchâtre.

IX. — Le phosphomolybdate de sodium en solution nitrique : précipité jaune.

X. — L'acide phosphoantimonique : précipité blanchâtre, etc.

XI. — A côté de ces réactifs produisant des précipités, il existe un certain nombre de réactifs qui révèlent la présence des alcaloïdes par des colorations. On se sert généralement de plusieurs sels dissous dans l'acide sulfurique. Les colorations varient suivant les alcaloïdes.

On emploie : l'acide sulfurique concentré ou dilué ; le réactif de Frœhde (acide sulfurique avec un molybdate alcalin), le réactif de Mandelin (acide sulfurique et vanadate d'ammonium), la solution sulfurique de sélénite de soude, la solution sulfurique d'acide titanique, etc.

*Marche à suivre pour localiser les alcaloïdes.* — De tous les mémoires qui ont été publiés sur la localisation des alcaloïdes, on peut déduire une marche générale permettant de trouver le siège de ces corps dans les cellules qui les contiennent.

Les recherches devront être faites de préférence sur les plantes fraîches, car dans les drogues sèches, la localisation est plus difficile et moins certaine, les substances dissoutes dans le suc cellulaire diffusant après la mort des cellules et se répandant dans les régions environnantes.

Les coupes devront être assez épaisses, afin d'avoir une ou deux couches de cellules non entamées ; dans ces conditions, le précipité se localisera mieux. On ne devra jamais se contenter de coupes transversales, les cellules allongées étant toujours sectionnées dans ce cas.

Si l'alcaloïde a été isolé et qu'on puisse se le procurer à l'état pur, on devra d'abord essayer les réactions sur l'alcaloïde chimiquement pur ; c'est une indication précieuse. D'une façon générale cependant, et surtout si l'alcaloïde n'a pas été isolé, on obtient de bons résultats avec l'iodure de potassium iodé ordinaire ou bien additionné de carbonate d'ammonium, avec l'iodure double de mercure et de potassium et l'acide phosphomolybdique et les réactifs à base d'acide sulfurique. Il est bon toutefois de se rappeler que l'acide sulfurique donne des réactions colorantes avec plusieurs autres produits résultant de

l'activité cellulaire, et qu'il peut dès lors se produire des colorations différentes suivant qu'on opère *in vitro* ou sur l'alcaloïde encore contenu dans la cellule.

Lorsque les différentes réactions essayées ont toujours eu lieu dans les mêmes cellules, il y a de fortes présomptions pour conclure à la présence d'un alcaloïde dans ces cellules.

Cependant, comme ces réactions se produisent aussi avec plusieurs autres corps également contenus dans les cellules, et notamment avec les protéides, il faut s'assurer que toutes les réactions sont dues à des alcaloïdes et non à des protéides.

M. Erréra a donné un bon moyen de s'assurer de ce fait. Pour cela, de nouvelles coupes sont portées soit dans l'alcool absolu, soit dans un mélange d'alcool et d'acide chlorhydrique (alcool chlorhydrique d'Erréra), soit dans une dissolution alcoolique d'acide tartrique (alcool tartrique d'Erréra) (1). On laisse les coupes séjourner plus ou moins longtemps dans l'un de ces liquides alcooliques ; une demi-heure pour les tissus à parois minces et perméables, vingt-quatre heures au moins pour les tissus formés de cellules à membranes épaisses et peu perméables.

Cette macération a pour but de dissoudre les alcaloïdes, tous plus ou moins solubles dans l'alcool; elle laisse, au contraire, dans les cellules, presque toutes les matières protéiques insolubles dans les mêmes véhicules. Durant cette macération, il faudra avoir soin de renouveler de temps à autre le liquide dissolvant.

Si, après cette macération, les réactions précédemment observées n'ont plus lieu, on conclut à la présence de l'alcaloïde dans les cellules ; si les réactions avaient encore lieu, on devra les rapporter à la présence de matières protéiques.

Enfin, il sera toujours bon de prélever une certaine quantité des échantillons observés pour en extraire un peu de l'alcaloïde, surtout si les recherches portaient sur une plante dont l'alcaloïde fût encore peu connu.

(1) L'alcool tartrique doit être préféré aux autres liquides.

ALCALOÏDES LOCALISÉS (1)

## Aconitine ($C^{33}H^{43}AzO^{12}$)

MM. Erréra, Maistriau et Clautriau ont localisé l'aconitine microchimiquement. Le produit étudié par ces auteurs est l'aconitine cristallisée, extraite, par Duquesnel, de la racine de l'*Aconitum Napellus*.

Cette aconitine est soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine.

Les auteurs préconisent les réactifs suivants :

I.— Employer l'iodure de potassium iodé en solution aqueuse ; il donne un précipité brun kermès.

II.— Humecter la coupe dans une solution de saccharose. La porter sur le porte-objet et y faire arriver de l'acide sulfurique additionné de 1/3 à 1/2 volume d'eau distillée ; on obtient rapidement une coloration rouge-carmin.

III.— Les auteurs ont vérifié les résultats acquis en traitant ensuite d'autres coupes :
1° Par l'acide phosphorique concentré et chauffé à 80° : coloration violacée ;
2° Par le tanin qui produit un précipité blanc ;
3° Par l'acide phosphomolybdique : précipité blanc, bleuissant à la lumière

L'aconitine a été rencontrée dans toutes les parties de la plante et l'alcaloïde est toujours dans le contenu cellulaire.

*Racine:* au point végétatif dans toutes les cellules. Dans la partie axiale, l'alcaloïde est localisé dans les cellules qui entourent le faisceau, y forme une zone continue ; les cellules parenchymateuses en contiennent aussi un peu. Dans la portion charnue, l'aconitine est accumulée dans *tout le tissu.*

(1) Quelques-uns seulement de ces alcaloïdes peuvent être considérés comme définitivement localisés. Plusieurs ont donné lieu à des résultats contradictoires ; pour d'autres, la localisation n'a été faite que sur un seul organe ; pour d'autres enfin, les conclusions sont basées sur une seule réaction. Nous mentionnerons cependant toutes celles qui ont été l'objet de recherches microchimiques. Il suffira de parcourir les paragraphes concernant chacun d'eux pour s'assurer de l'exactitude des méthodes suivies.

*Radicelles* : autour du faisceau et dans la couche sous-épidermique.

*Tige :* autour des faisceaux, au voisinage du liber; le parenchyme en contient peu ; les couches sous-épidermiques sont plus riches.

*Pétiole :* comme dans la tige, mais plus riche en alcaloïde.

*Feuille* : dans tout le parenchyme avec accumulation autour des faisceaux et dans les cellules stomatiques.

*Fleur :* Casque. Dans la couche épidermique externe, accumulée contre les parois externes ; également dans le parenchyme et dans la couche épidermique externe. Ailes : identique au casque. — Pétales modifiés : passant aux étamines ; la quantité d'alcaloïde diminue. — Etamines : localisé à la base et dans la partie axiale. — Ovaire et ovules : riches en aconitine.

*Graine* : les cellules de toutes les parties en contiennent ; l'embryon en renferme un peu plus. Dans l'albumen, les cellules périphériques en offrent plus que les cellules internes (Clautriau, 1894) (1).

## Atropine $C^{17}H^{23}AzO^{3}$

M. de Wèvre et M. Anema ont étudié la localisation de l'atropine dans l'*Atropa Belladona* (Solanacées).

Cet alcaloïde est soluble dans l'alcool et le chloroforme.

L'auteur recommande surtout les réactifs suivants :

I. — L'iodure de potassium iodé en solution aqueuse, donnant un précipité brun, qui cristallise en forme d'étoile à aspect métallique au bout d'un certain temps. On hâte la formation de ces cristaux si on chauffe la préparation.

II. — L'acide phosphomolybdique donne un précipité jaunâtre, assez net.

L'atropine se trouve dans différentes parties de la plante.

*Racine jeune :* dans l'épiderme et les premières assises sous-épidermiques, dans les cellules parenchymateuses entourant le liber externe, dans quelques cellules médullaires voisines du liber interne.

*Tige jeune et pétiole :* même localisation que dans la racine jeune.

(1) MM. Erréra, Maistriau et Clautriau ont admis, après leurs premières recherches, que l'alcaloïde pouvait se trouver dans les membranes de certaines cellules aplaties sous-épidermiques de la graine. M. Clautriau, revenant sur la question, a montré que l'alcaloïde «ne se trouve pas dans la membrane ; il est emprisonné entre les parois des cellules aplaties».

*Feuille :* dans toutes les cellules, mais surtout dans l'épiderme supérieur.

*Fruit :* surtout dans l'épiderme.

Dans les *racines et les tiges âgées*, l'alcaloïde n'est plus dans les parties centrales : il se localise dans l'épiderme.

En résumé : l'atropine se trouve surtout dans l'épiderme et au voisinage du liber. Quand l'organe est âgé, elle gagne surtout la périphérie.

*Autres Solanacées.* — M. Clautriau a étudié la localisation des alcaloïdes contenus dans les graines de diverses autres Solanacées : *Datura Stramonium* et *Hyoscyamus niger*. L'atropine s'y trouve seulement dans la couche sous-tégumentaire, située entre l'albumen et le tégument proprement dit de la graine. L'albumen et l'embryon n'en contiennent pas.

## Berbérine $C^{30}H^{17}AzO^{4}$

La localisation de cet alcaloïde a été étudiée surtout par M. O. Herrmann et par M. Rosoll, dans un certain nombre de plantes, mais principalement dans le *Berberis vulgaris*.

La berbérine est soluble dans l'eau bouillante, dans le sulfure de carbone et la benzine, peu soluble dans l'eau froide, l'éther et le chloroforme.

Voici les principales méthodes employées pour la révéler :

I. — L'acide nitrique concentré dissout la berbérine et la colore en brun-rouge.

Si on traite les coupes par l'alcool, si on y ajoute ensuite une solution aqueuse à 2 o/o d'acide nitrique officinal, le suc cellulaire jaune d'or passe immédiatement au jaune-brun et il se forme bientôt des cristaux étoilés d'un jaune doré, en même temps que le suc cellulaire se décolore.

Ces cristaux, formés par du nitrate de berbérine, peuvent être obtenus sans traitement préalable par l'alcool.

II. — Le sulfure d'ammonium colore en brun les cellules contenant de la berbérine.

III. — Traiter les coupes par l'alcool, puis ajouter de l'iodure de potassium iodé en petite quantité ; il se forme des cristaux en forme de poils, colorés en vert. Si l'iodure de potassium iodé est en grande quantité, les cristaux se colorent en jaune-brun ou en rouge-brun. Ces cristaux sont solubles dans l'hyposulfite de sodium.

On a pu ainsi localiser la berbérine dans les parties suivantes :

*Racine :* à l'intérieur des cellules du parenchyme cortical et de la zone cambiale ; principalement à l'endroit où les rayons médullai-

res et la zone cambiale passent au parenchyme cortical. On trouve aussi de la berbérine dans les membranes des cellules du bois et des fibres libériennes.

*Tige:* la distribution est la même que dans la racine. Cependant, dans les parties les plus âgées et les plus jeunes, la berbérine manque dans la moelle et dans l'écorce ; elle est localisée dans les membranes des cellules du bois. Au contraire, dans les jeunes pousses, c'est le suc cellulaire de la moelle aussi bien que la membrane de ces cellules qui contient l'alcaloïde.

*Feuille:* dans la membrane des vaisseaux.

*Graine:* dans la radicule et la racine primaire, la berbérine se montre dans le contenu cellulaire du parenchyme situé au voisinage des faisceaux.

En résumé: la berbérine est contenue dans le suc cellulaire des cellules à parois minces; elle colore en jaune le suc cellulaire; dans les parties âgées, elle incruste surtout la membrane du tissu lignifié.

### Brucine $C^{23}H^{26}Az^4O^4 + 4H^2O$

M. Lindt a étudié la localisation de cet alcaloïde dans la graine du *Strychnos nux-vomica* L. et du *S. Ignatii* Berg.

Il est peu soluble dans l'eau froide (850 p. d'eau) et dans l'eau bouillante (500 p.); insoluble dans l'éther et soluble dans l'alcool.

L'auteur a employé le procédé suivant :

Il fait macérer ses coupes dans de l'éther de pétrole afin d'enlever les matières grasses que contient la graine. Il traite ensuite par un mélange d'acide nitrique et d'acide sélénique (5 gouttes d'acide sélénique de poids spécifique 1,4 et 1-2 gouttes d'acide nitrique officinal). Aussitôt se produit une coloration rouge éclatante, qui devient peu à peu orange et jaune.

D'après M. O. Lindt, la brucine serait localisée dans les membranes des cellules seulement; il n'en existerait aucune trace dans le contenu cellulaire.

Les membranes qui contiendraient la brucine seraient les membranes épaisses de l'endosperme, les couches périphériques étant plus riches que les couches internes.

### Strychnine (1) $C^{21}H^{22}Az^2O^2$

M. O. Lindt et M. Rosoll, à peu près à la même époque, ont cherché la localisation de la strychnine dans les graines des *Strychnos nux-vomica* L. et *S. Inatii* Berg. Ils sont arrivés à des résultats différents. Ceux qui ont été obtenus par M. Rosoll ont été tout dernièrement confirmés par MM. Gerock et Skippari et par M. Clautriau.

La strychnine est presque insoluble dans l'eau (7000 p. d'eau), peu soluble dans l'alcool et l'éther (1200 p. de ces véhicules), soluble dans les huiles essentielles.

I. *Méthode de M. O. Lindt.*— Faire macérer les coupes dans l'éther de pétrole, puis dans l'alcool. Le premier liquide enlève les matières grasses, le second la brucine, car cet alcaloïde accompagne la strychnine et masque quelques-unes de ses réactions. Porter alors les coupes dans une solution de sulfate de cerium faite dans de l'acide sulfurique : coloration en bleu violet de toutes les parties où se trouve l'alcaloïde.

II. *Méthode de M. Rosoll.*— Porter les coupes dans l'acide sulfurique, puis dans une solution de bichromate de potassium : coloration bleue passant au violet.

Il faut remarquer que les résultats différents de ces auteurs ne s'excluent nullement l'un l'autre.

III. *Méthode de MM. Gerock et Skiparri.*— Faire macérer les coupes dans l'iodure double de mercure et de potassium ; laver, mettre le précipité en évidence par l'hydrogène sulfuré (2).

IV. *Méthode de M. Clautriau.*— Employer comme réactif l'iodure de potassium iodé additionné de carbonate d'ammonium; contrôler par l'alcool tartrique.

M. Lindt a trouvé de la strychnine dans les membranes de l'endosperme et dans celles de l'embryon.

Les trois derniers mémoires ne signalent la strychnine que dans le suc des cellules de l'albumen et de l'embryon. L'alcaloïde semble moins abondant dans ce dernier. Les poils qui recouvrent la graine n'en contiennent pas.

M. Erréra a déjà fait observer que la méthode suivie par M. Lindt

(1) Nous rapprochons la strychnine de la brucine, parce que ces deux corps se trouvent dans les mêmes plantes.

(2) Nous n'avons pas entre les mains le mémoire de ces auteurs ; nous les citons d'après M. Clautriau.

était défectueuse. En effet, quoique l'éther du pétrole employé par cet auteur pour enlever l'huile ne dissolve pas l'alcaloïde, il faut se rappeler «que les alcaloïdes peuvent être extraits, en même temps que la graisse, par l'éther de pétrole, lors même qu'isolément ils sont insolubles dans ce dernier corps. »

### Caféine $C^8H^{10}Az^4O^2 + H^2O$

Synonyme : Théine, Triméthylxanthine.

La localisation de cet alcaloïde a été étudiée par M. Molisch et M. Hanausek dans les graines du *Coffea*.

Il est peu soluble dans l'éther (300 p.) ; plus soluble dans l'eau, l'alcool, le chloroforme, etc.

Les réactions employées sont les suivantes :

I. — Porter les coupes dans une goutte d'acide chlorhydrique concentré ; au bout d'une minute, ajouter du chlorure d'or en solution à 3 p. 100. Une partie de la liqueur évaporée, on aperçoit sur le bord de la goutte des aiguilles plus ou moins longues, jaunâtres, réunies en buissons.

II. — Porter les corps sur le porte-objet, dans une goutte d'eau distillée ; chauffer jusqu'à ébullition ; laisser ensuite l'eau s'évaporer à la température ordinaire ; reprendre alors le résidu par la benzine. Laisser évaporer de nouveau. Il se forme de nombreux cristaux en aiguilles sur le bord de la goutte.

M. Hanausek a démontré par ces méthodes que la caféine n'existait jamais dans le péricarpe du café, mais seulement dans les graines.

Cette localisation ne paraît pas être d'une rigueur absolue ; les cristaux se formant sur le bord des gouttes des réactifs, il n'est pas possible de voir dans quelles cellules se trouve surtout l'alcaloïde. De plus, les réactions de la théobromine et de la caféine sont presque identiques. Enfin, M. Hanausek a fait observer que si l'on employait une solution un peu plus concentrée de chlorure d'or, il se formait des cristaux avec l'acide chlorhydrique sans que la présence des alcaloïdes fût nécessaire. Ce mode opératoire est défectueux, bien que les cristaux ainsi formés n'affectent plus la forme d'aiguilles, mais celle de petites tables rectangulaires ou prismatiques arrangées souvent en zigzag.

M. Molisch a pu constater que la caféine existait : dans les graines du café, dans celles du *Paullinia sorbilis* qui entre en forte proportion dans le Guarana. Bien que, dans ces organes, la caféine n'ait pu

être localisée dans la cellule même où elle se trouve, il est probable que toutes les cellules de l'endosperme en contiennent, car elles sont identiques.

Le même auteur a reconnu la présence de cet alcaloïde dans les cellules parenchymateuses de l'embryon du cola et dans les jeunes feuilles de thé ; les feuilles de thé qui ont achevé leur développement n'en offrent pas.

### Capsicine $C^9H^{14}AzO^2$

Plusieurs auteurs se sont occupés de la localisation de la Capsicine dans les fruits des *Capsicum*.

Insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'éther, l'alcool amylique, l'éther, la benzine et les huiles fixes. Un peu moins soluble dans l'essence de térébenthine et dans le sulfure de carbone, et presque insoluble dans le pétrole.

M. Istvanffi indique les réactions suivantes :

I. — La potasse provoque une coloration jaune ; par addition de chlorure d'ammonium, la coloration passe au rouge foncé.

II. — L'acide nitrique : coloration jaune-soufre.

III. — L'acide sulfurique : coloration rose.

IV. — L'iodure de potassium : coloration rouge-carmin.

V. — Le nitrate d'argent : précipité brun granuleux.

M. Istvanffi conseille d'étudier surtout le fruit vert ; les chromatophores masquent les réactions dans les fruits mûrs.

La capsicine n'existe pas dans toutes les cellules du fruit. Elle est localisée dans les cellules épidermiques glanduleuses des cloisons septales du fruit. La graine n'en contient pas.

### Colchicine $C^{22}H^{25}AzO^6$

Cet alcaloïde a été découvert dans les bulbes du *Colchicum autumnale* par MM. Erréra, Maistriau et Clautriau, et par M. O. Herrmann.

Les réactifs les plus caractéristiques sont les suivants :

I. — L'acide sulfurique dilué (1 partie d'acide pour 2-3 parties d'eau) donne une belle coloration jaune aux cellules à colchicine.

II. — L'acide sulfurique concentré avec une goutte d'acide nitrique ou mieux avec

quelques cristaux de nitrate de potassium donne une coloration violette, puis brune.

III. — L'iodure de potassium iodé colore d'abord l'amidon ; puis les cellules à colchicine. Dans ces cellules, ce réactif donne d'abord une coloration jaune, qui passe successivement à l'orange, puis au rouge-acajou ; au bout de trois à quatre minutes, les cellules pâlissent jusqu'à ce qu'elles n'aient plus qu'une coloration jaune pâle. Après quelques minutes on observe enfin un précipité granuleux brun kermès. Si on emploie un grand excès d'iode, et qu'on chauffe légèrement la préparation, la précipitation a lieu très rapidement. Si on fait agir ce réactif après l'action de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique, on obtient immédiatement le précipité brun.

IV. — L'ammoniaque colore en jaune intense les cellules à colchicine (O. Herrmann).

D'après ces auteurs, les bulbes de colchique contiennent de la colchicine dans le suc des cellules épidermiques et des cellules qui entourent immédiatement les faisceaux fibro-vasculaires.

Dans le bulbe de l'année précédente qui accompagne le bulbe de l'année, la quantité de colchicine est beaucoup moindre.

La tige aérienne est très riche en alcaloïde ; la colchicine est toujours localisée dans les mêmes assises que dans le bulbe de l'année.

L'épiderme des feuilles, celui de la capsule et l'endosperme de la graine en contiennent aussi. La graine paraît même très riche en alcaloïde.

### Conicine ou Cicutine $C^8H^{17}Az$

M. Erréra a étudié la localisation de cet alcaloïde dans le fruit vert du *Conium maculatum*. M. Clautriau l'a étudié dans le fruit.

La conicine se dissout à froid dans le tiers de son poids d'eau, elle est soluble dans l'éther et l'alcool absolu.

M. Erréra conseille la réaction suivante :

I. — Faire des coupes assez épaisses, les passer rapidement à l'eau et les porter dans une solution faible d'iodure de potassium iodé (la solution au 1/450me). Il se forme un précipité abondant brun-rouge ou kermès, à reflet métallique, bleuâtre dans les cellules à conicine. Après quelques minutes, le précipité pâlit et disparaît. Si on ajoute alors une nouvelle quantité d'iodure de potassium iodé, le précipité apparaît de nouveau ; mais il est surtout abondant dans le liquide qui baigne la coupe. Cela s'explique en ce que le superiodure insoluble, précipité tout d'abord, perd de l'iode et se transforme en iodure soluble qui diffuse rapidement. La nouvelle quantité d'iodure de potassium iodé reforme du superiodure qui, lui aussi, finit par disparaître.

II. — L'acide phosphomolybdique produit un précipité blanc à peine jaunâtre.

Ces réactions ne se reproduisent pas après un traitement d'un quart d'heure par l'alcool tartrique.

M. Erréra a ainsi localisé la conicine : dans l'épiderme externe et interne des carpelles et dans les gros poils papilleux épidermiques du fruit jeune. Dans le fruit presque mûr, les cellules qui entourent l'albumen en contiennent une grande quantité ; la conicine existe aussi, mais en plus petite quantité, dans le péricarpe, où les réactions sont surtout caractéristiques au voisinage des faisceaux et dans les cellules épidermiques.

Dans les jeunes plantes, l'alcaloïde est contenu dans toutes les cellules épidermiques de l'axe hypocotylé (sauf dans les cellules stomatiques). L'assise pilifère et les poils radicaux n'en présentent pas.

### Corydaline $C^{18}H^{19}AzO^{4}$

La localisation de cet alcaloïde a été étudiée par M. Zopf dans les espèces du genre *Corydalis*.

L'auteur préconise surtout les réactions suivantes :

I. — L'ammoniaque donne un précipité granuleux, brun foncé, dans les cellules où se trouve la corydaline.

II. — L'acide picrique donne un précipité léger, mais facile à observer.

III. — L'iodure de potassium iodé donne un précipité rouge-brun foncé.

La corydaline se trouve localisée dans de grandes cellules spéciales, sortes de laticifères, sans sucs émulsionnés (idioblastes de Sachs). Ces cellules sont répandues dans tous les organes de la plante ; il y en a surtout dans les tubercules.

Il existe aussi de la corydaline dans les cellules ordinaires des tissus, mais en très petite quantité.

### Cytisine $C^{20}H^{27}Az^{3}O$

La localisation de cet alcaloïde a été étudiée par M. Rosoll, dans le *Cytisus Laburnum*.

Il est insoluble dans l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, et la benzine.

M. Rosoll a employé les réactions suivantes :

I. — L'iodure de potassium iodé, même en solution diluée, communique une coloration brunâtre aux cellules qui contiennent la cytisine. Il se forme ensuite un précipité rouge-brun foncé, ce précipité est soluble dans l'hyposulfite de soude.

II. — L'acide picrique forme des cristaux écailleux et foliacés, colorés en jaune d'or.

III. — L'acide sulfurique concentré donne une belle coloration jaune-rougeâtre clair.

Si on ajoute alors un petit cristal de bichromate de potassium, la coloration passe successivement du jaune au brun et finalement (au bout de 10 à 15 minutes environ) au vert. Cette dernière couleur persiste quelque temps.

IV.— L'acide phosphomolybdique produit un précipité jaune. Si le réactif est en solution très étendue, il ne se produit qu'un trouble léger.

On a pu ainsi localiser la cytisine dans les parties suivantes :

*Tige* : dans le parenchyme de la couche corticale et spécialement au voisinage du liber dans la partie centrale de la moelle, mais en petite quantité. Les tiges en contiennent plus en mai qu'en février et les plantes cultivées sont plus riches en cytisine que les plantes sauvages.

*Feuille* : localisée dans l'épiderme et les poils.

*Fleur* : l'étendard en renferme peu; la carène et la base des étamines en contiennent relativement davantage.

Les feuilles carpellaires en offrent d'abord une certaine quantité, mais elle disparait ensuite.

*Graine:* la graine mûre est riche en cytisine ; l'alcaloïde est localisé dans les cellules du cotylédon et dans les parties externes du péricarpe.

### Delphine $C^{22}H^{35}AzO^{6}$

M. Clautriau a trouvé la delphine dans la graine du *Delphinium Staphysagria*. (Renonculacées).

Peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool, le chloroforme et l'éther.

M. Clautriau conseille le réactif suivant :

I. — L'iodure de potassium iodé additionné de carbonate d'ammonium : précipité brun foncé.

II. — Il a, en outre, employé l'iodure double de mercure et de potassium, ainsi que l'acide phosphomolybdique ; mais ces deux réactifs donnent des résultats moins certains. L'auteur a confirmé ces résultats par l'alcool tartrique d'Erréra.

L'alcaloïde est localisé dans l'albumen très développé. Ni l'embryon très petit ni le tégument de la graine n'ont fourni de caractère net.

## Elatérine $C^{20}H^{28}AzO^5$

M. Bræmer a étudié la localisation de cet alcaloïde dans l'*Ecballium Elaterium* A. Rich.

L'élatérine est insoluble dans l'eau, la glycérine et dans l'éther, difficilement soluble dans l'alcool froid, soluble dans le chloroforme.

L'auteur conseille les réactifs suivants :

I. — L'acide sulfurique concentré : coloration rouge-sang.

II. — Le réactif de Frœde ou le réactif de Mandelin: coloration verte, très fugace, qu'on saisit difficilement, passant rapidement au rouge.

III. — Mélange à volumes égaux d'acide sulfurique et de phénol : coloration carmin très nette.

Il faut avoir soin de ne pas porter les coupes directement dans les réactifs ; on dépose les réactifs sur le bord de la lamelle, on assiste alors à toutes les phases de la réaction.

L'alcaloïde est contenu dans des cellules spéciales, allongées en files longitudinales (idioblastes).

Dans la racine (qui est tuberculeuse et formée de plusieurs cercles concentriques de faisceaux), les cellules spéciales sont dans le parenchyme cortical à la périphérie du liber.

Dans la tige, elles sont à l'intérieur du collenchyme dans le parenchyme cortical, au pourtour du liber externe et du liber interne.

Dans la feuille et dans le mésocarpe du fruit, les cellules spéciales situées autour du liber accompagnent les faisceaux.

## Lupin

M. Erréra a recherché la localisation des alcaloïdes dans le *Lupinus elegans*.

On en signale deux dans cette plante : la lupinine et la lupinidine.

L'auteur a employé les réactions suivantes :

I. — L'iodure de potassium iodé au 1/450$^{me}$ donne dans les cellules alcaloïdiques un précipité brun kermès ; dans les cellules où il est abondant, le précipité a un reflet métallique bleuté.

II. — L'iodure double de mercure et de potassium acidulé d'acide chlorhydrique donne un précipité blanc.

III. — L'acide phosphomolybdique, additionné d'une goutte d'acide nitrique (qui tue plus sûrement le protoplasme), fournit un précipité blanc-bleuâtre.

Après action de l'alcool tartrique, ces précipités ne se produisent plus.

La localisation a été faite, par l'auteur, dans les cotylédons et dans les feuilles. Ce sont les épidermes et particulièrement l'épiderme supérieur qui contiennent les alcaloïdes.

Dans les cotylédons, un grand nombre de cellules parenchymateuses en contiennent, aussi bien les cellules en palissade que les cellules du tissu lacunaire.



### Narcissus

MM. Erréra, Maistriau et Clautriau ont observé un alcaloïde dans les *Narcissus*.

Cet alcaloïde n'a pas reçu de nom ; il a été trouvé pour la première fois, en 1877, par Gerrard ; il est encore incomplètement connu.

Les réactions suivantes permettent de le localiser :

I. — L'iodure de potassium iodé donne, dans les cellules à alcaloïde, un précipité rouge-brun. Ce précipité disparaît au bout de quelque temps, si on laisse la coupe dans le réactif, mais il se conserve si on fait évaporer immédiatement la solution iodique. Ce précipité est soluble dans l'hyposulfite de soude.

II. — L'iodure de mercure et de potassium donne un précipité blanchâtre.

Il en est de même avec le tanin, l'acide phosphomolybdique et l'acide picrique.

III. — L'acide sulfurique concentré fournit une magnifique coloration vert-bleu qui pâlit à la longue et devient jaune-verdâtre. Si on ajoute quelques cristaux de nitrate de potassium, on fait passer la coloration du vert au brun.

L'alcaloïde a été surtout localisé dans les racines et dans les hampes florales

*Racines* : dans l'endoderme et les couches corticales voisines qui entourent le faisceau, dans quelques cellules parenchymateuses de l'écorce, les longues cellules à raphides de l'écorce, les 2-3 assises superficielles de l'écorce, les cellules annexes du liber et, enfin, dans les cellules libériennes qui séparent le liber du bois.

*Hampes florales* : dans les cellules à raphides, cellules allongées et rangées en files longitudinales (idioblastes, vaisseaux utriculeux de Hanstein), puis aussi dans les cellules épidermiques, les cellules qui entourent les faisceaux, les cellules annexes du liber et dans quelques cellules parenchymateuses du tissu fondamental.

Il existe encore dans les feuilles, les fleurs, les parois de l'ovaire, les ovules et les bulbes.

Les longues files longitudinales de cellules à raphides sont celles qui contiennent le plus d'alcaloïde.

### Nicotine $C^{10}H^{14}Az^2$

MM. Erréra, Maistriau et Clautriau ont étudié la localisation de la nicotine sur le *Nicotiana macrophylla*. Cet alcaloïde est liquide ; il est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, etc.

Les réactions employées par les auteurs sont :

I. — L'iodure de potassium iodé : donne une belle coloration kermès et il se forme un précipité rouge-brunâtre abondant dans toutes les cellules à nicotine. Coloration et précipité pâlissent rapidement et ne reprennent plus leur teinte primitive. On peut activer la décoloration en chauffant.

II. — L'iodure double de mercure et de potassium : précipité blanc-jaunâtre.

III. — L'acide phosphomolybdique : précipité jaunâtre abondant.

IV. — Le bichlorure de mercure : précipité blanc.

V. — Le chlorure de platine : précipité jaunâtre.

La nicotine est dans les cellules ; elle se trouve dans toutes les parties de la plante ; on en rencontre dans la racine (écorce externe), dans la tige (épiderme, poils, cellules parenchymateuses de l'écorce et de la moelle), dans le pétiole (épiderme, cellules parenchymateuses), dans le limbe foliaire (épiderme, poils, tissu assimilateur, autour de la nervure médiane), enfin dans le rameau fructifère (2-3 assises de la périphérie de la moelle), etc.

Cependant l'alcaloïde est surtout localisé dans les poils, spécialement dans les cellules de la base des poils, dans les cellules parenchymateuses situées autour des nervures, principalement dans celles qui sont près de la face supérieure de la feuille, dans tous les jeunes rameaux. Les feuilles les plus jeunes sont les plus riches en alcaloïde.

La réaction I est la plus facile à obtenir ; les autres ont servi de réactifs témoins aux auteurs.

**Opium**

L'opium est un suc laiteux qui découle des capsules du *Papaver somniferum.*

Il contient un grand nombre d'alcaloïdes; ceux qu'on y trouve en proportion notable sont : la morphine (10 o/o en moyenne), la codéine (0,2 à 0,8 o/o), la narcotine (2 à 10 o/o), la narcéine (0,02 à 0,01 o/o), la papavérine (0,5 à 1 o/o) et la thébaïne (0,2 à 0,5 o/o).

M. Clautriau a recherché les réactions microchimiques qui permettent de révéler la présence de quelques-uns de ces alcaloïdes dans le *Papaver somniferum.*

Voici les résultats qu'il a obtenus.

Le suc des cellules contenant les alcaloïdes est abondamment précipité par tous les réactifs généraux des alcaloïdes.

La présence de la morphine est mise hors de doute parce que :

1° L'acide iodique est réduit, l'iode mis en liberté colore le contenu des laticifères en jaune-brun ;

2° Le mélange de ferrocyanure de potassium et de perchlorure de fer est précipité en bleu de Prusse ;

3° Le méthylal en solution dans l'acide sulfurique le colore en jaune d'abord (présence de la narcéine très probablement), puis en violet;

4° La solution sulfurique d'acide titanique produit une coloration rouge-violet vineux intense.

La présence de la *narcotine* est très probable, sinon certaine, puisque :

1° La solution sulfurique de sélénite de soude, au lieu de donner la teinte verte de la morphine ou de la codéine, produit une coloration rouge-orange, coloration qui se produit par le mélange des deux alcaloïdes ;

2° Le chlorure de palladium donne un précipité jaune-brunâtre;

3° Le chlorure d'iridium donne un précipité jaune d'ocre.

Si donc la présence de la morphine et de la narcotine est à peu près certaine, on peut tenir comme très probable celle de la *narcéine.* M. Clautriau pense aussi que les mêmes cellules contiennent de la *papavérine* et de la *codéine*, car «plusieurs colorations obtenues avec certains réactifs rendent probable leur présence».

Le même auteur a pu s'assurer encore que la morphine est conte-

nue à l'état de méconate : «Cette opinion est sans doute fondée; du moins l'acide méconique existe-t-il dans le latex. Pour le déceler, il suffit de traiter la préparation par le perchlorure de fer qui produit immédiatement avec ce corps une coloration rouge intense persistant longtemps.»

Ces alcaloïdes existent :

Dans les laticifères, très abondants dans le parenchyme sous-épidermique de la racine et dans le liber des faisceaux libéro-ligneux des parties aériennes.

Dans la capsule, «il y a autant de faisceaux primaires renfermant de gros laticifères dans leur zone libérienne qu'il y a de cloisons. Ils vont directement de la base au sommet sans présenter d'anastomose directe entre eux. De ces faisceaux primaires partent de distance en distance, en direction perpendiculaire, des faisceaux secondaires qui se ramifient à l'infini, s'anastomosent entre eux et avec les branches des faisceaux secondaires partant des faisceaux primaires voisins».

En outre, il y a des alcaloïdes dans l'épiderme de la capsule, du pédoncule, de la tige et des feuilles. Les cellules externes des stigmates sont gorgées d'alcaloïdes. Les cellules basilaires des poils du pédoncule en contiennent aussi.

La graine ne renferme pas d'alcaloïde. Les analyses chimiques avaient fait penser que cet organe de réserve en contenait : ces résultats provenaient de ce que la graine emporte souvent avec elle un peu de latex provenant de la transsudation des laticifères du placenta.

## Orchidées

En étudiant certaines Orchidées (*Dendrobium nobile* et *D. Ainsworthii*, *Phalaenopsis Luddemanniana*), M. de Wildeman a trouvé un alcaloïde dans certaines parties de ces plantes; ici, comme pour les *Narcissus*, la microchimie a devancé la chimie. L'auteur a employé les réactifs suivants : l'iodure de potassium iodé, l'iodure de potassium additionné de carbonate d'ammoniaque (Clautriau), l'acide phosphomolybdique, l'iodure double de mercure et de potassium, l'iodure de bismuth et de potassium, l'acide sulfurique, le réactif de Frœhde; tous ne donnent pas de bons résultats; il préconise :

I.— L'iodure de potassium iodé (additionné de carbonate d'ammoniaque ou non): précipité brun-acajou très prononcé.

II.— L'acide phosphomolybdique : précipité jaunâtre; il est plus abondant si on y ajoute un peu d'acide nitrique.

III.— L'iodure double de mercure et de potassium : précipité jaunâtre, plus abondant en y ajoutant un peu d'acide chlorhydrique.

IV.— Le réactif de Frœhde : coloration jaune-verdâtre.

V.— L'acide sulfurique : coloration jaunâtre difficile à obtenir.

L'auteur a localisé ainsi l'alcaloïde dans les cellules suivantes :

*Racine* : dans toutes les cellules du sommet végétatif; dans les parties différenciées, l'alcaloïde est contenu dans les cellules de l'écorce externe.

*Tige :* dans les cellules parenchymateuses, surtout dans celles qui entourent les faisceaux.

*Feuille :* dans les cellules épidermiques de la face supérieure et de la face inférieure, et dans le parenchyme « dont les unes donnent un précipité et les autres pas ».

*Fleur :* le tissu du pédoncule de l'épiderme et l'assise sous-épidermique présentent aussi des réactions d'alcaloïdes.

Dans la fleur elle-même, l'alcaloïde semble être très abondant.

Toutes les cellules fournissent un abondant précipité.

Il en est de même dans les poils qui recouvrent le labelle et dans toutes les cellules des tissus de l'ovaire.

Dans ces cellules, l'alcaloïde est en dissolution dans le suc de la vacuole centrale.

## Pipérine $C^{17}H^{19}AzO^{3}$

M. Husemann et M. Molisch ont étudié la localisation de la pipérine dans le fruit de plusieurs Pipéracées.

Cet alcaloïde est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude, soluble dans la benzine, dans l'éther et dans l'alcool, insoluble dans les acides étendus.

Les réactions microchimiques qui permettent de le localiser sont les suivantes ;

I.— L'acide sulfurique concentré dissout la pipérine en donnant une coloration rouge-safran ou rouge-sang, qui passe ensuite au pourpre, puis au jaune-verdâtre et finalement au brun. L'addition de l'eau fait disparaître la coloration.

II.— L'acide nitrique donne une coloration rouge-orange.

III.— Le réactif de Frœhde, une coloration bleue.

IV.— Porter la coupe dans une goutte d'alcool absolu déposée sur le porte-objet; recouvrir avec le couvre-objet et laisser évaporer l'alcool qu'a dissout la pipérine, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus qu'une petite quantité sous le couvre-objet (environ le 1/4). Ajouter alors de l'eau. Il se produit un trouble immédiat, dû à l'huile essentielle dissoute dans l'alcool. Au bout d'un quart d'heure, on voit se former des cristaux incolores mais de formes caractéristiques. Ces cristaux ont la forme de lames de sabre, d'aiguilles, etc.

V.— Ecraser un peu les coupes en appuyant sur le couvre-objet, l'essence sort des cellules, s'évapore et laisse déposer des cristaux.

Ces caractères montrent que la pipérine est contenue exclusivement dans les cellules à essence du mésocarpe.

### Quinine $C^{20}H^{24}Az^2O^2$

Cet alcaloïde a été signalé, depuis longtemps déjà, dans les écorces de quinquina (*Cinchona*).

C'est l'un des principes médicamenteux les plus importants.

Howard s'occupait de sa localisation dès 1862.

Sans faire appel à aucun réactif, ce chimiste a trouvé que la quinine se dépose sous forme de cristaux doués de propriétés caractéristiques dans les cellules où elle est en dissolution.

La quinine se rencontre surtout dans les portions corticales externes; il n'y en a que de faibles quantités dans la région libérienne.

Ces données d'Howard ont été confirmées par les analyses chimiques de M. Carles.

### Théobromine $C^7H^8Az^4O^2$

Synonyme : Diméthylxanthine.

Cet alcaloïde a été découvert par Molisch dans les graines du *Theobroma Cacao.*

Il est très peu soluble dans l'eau froide (1600 p.) et dans l'alcool (1460 p.), plus soluble dans l'eau chaude (35 p.), presque insoluble dans l'éther.

L'auteur opère de la manière suivante :

Porter la coupe sur le porte-objet, dans de l'acide chlorhydrique concentré ; ajouter, au bout d'une minute, une goutte d'une solution de chlorure d'or à 3 o/o ; aussitôt qu'une partie du liquide est évapo-

rée, il se forme sur les bords de la goutte des aiguilles cristallines jaunes qui se réunissent en buissons plus ou moins divergents.

La théobromine est surtout localisée dans la graine, mais la réaction ne permettant pas de savoir dans quelles cellules elle se trouve exactement, il est impossible de préciser davantage. Cependant, d'après la grande quantité de théobromine que fournit la graine, on peut supposer qu'elle existe dans la majorité des cellules de l'embryon.

### Vératrine $C^{37}H^{53}AzO^{11}$

Synonyme : Cévadine.

La localisation de cet alcaloïde a été recherchée par Borscow dans différents organes du *Veratrum album*.

Il est insoluble ou presque insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther, soluble dans l'alcool et dans le chloroforme.

L'auteur n'a employé que la réaction suivante : 1 partie d'acide sulfurique dans 2 parties d'eau. Il porte la coupe directement dans ce mélange. Les parties qui contiennent l'alcaloïde se colorent en jaune, puis successivement passent au rouge-orangé et au rouge-violet.

D'après cette réaction, Borscow a trouvé que l'alcaloïde a surtout pour siège les parois des cellules épidermiques et des cellules qui entourent les faisceaux libéro-ligneux.

---

Conclusions. — Les recherches microchimiques sont particulièrement intéressantes et utiles en ce qui concerne les alcaloïdes. Elles expliquent les méthodes d'extraction à l'aide des dissolvants, puisque les alcaloïdes sont presque toujours dans les parties superficielles. Elles donnent surtout, d'une façon particulièrement précise, la distribution des alcaloïdes dans les plantes.

Les recherches chimiques, contradictoires en ce qui concerne la présence des alcaloïdes dans la graine du *Papaver*, sont éclairées par les recherches microchimiques. On hésitait, autrefois; on explique et on affirme maintenant. La graine ne renferme pas d'alcaloïde; si certains chimistes en ont trouvé, c'est qu'elle était souillée d'alcaloïde provenant de la capsule.

D'autre part, nous pouvons déjà concevoir une règle générale et

dire que les parties superficielles surtout (poils, épiderme, liber) sont riches en principes alcaloïdiques, et que les sommets végétatifs en contiennent bien plus que les parties âgées.

Les quelques résultats obtenus jusqu'à ce jour, servant d'indication pour les recherches futures, sont de nature à encourager les chercheurs.

Le praticien retire de ces travaux des données certaines; il peut, par des manipulations simples, juger de la présence ou de l'absence de l'alcaloïde dans les plantes déjà étudiées à ce sujet.

Si les règles générales qui semblent se dégager des quelques recherches faites étaient confirmées par de nouvelles études sur d'autres alcaloïdes, celles-ci présenteraient un grand intérêt pratique.

Les recherches microchimiques peuvent même aider aux découvertes chimiques; elles ont permis quelquefois de découvrir des alcaloïdes dans des plantes où leur présence était à peine soupçonnée (*Narcissus*).

## LISTE DES PRINCIPAUX ALCALOÏDES

Achilléine. *Achillea Millefolium.*
**Aconitine.** *Aconitum Napellus.*
Agrostemmine. *Agrostemma Githago.*
Alétrine. *Aletris farinosa.*
Alstonidine. *Alstonia constricta.*
Alstonine. —
Amarylline. *Amaryllis formosissima.*
Anagyrine. *Anagyris fœtida.*
Anchiétine. *Anchietea salutaris.*
Anémonine. *Anemone pratensis.*
Angusturine. *Galipea Cusparia.*
Araribine. *Araribra rubra.*
Arécaïne. *Areca Catechu.*
Arécoline. —
Aricine. *Cinchona*; (spec. mult.).
Arnicine. *Arnica montana.*
Asiminine. *Asimina triloba.*
Aspidospermine. *Aspidosperma Quebracho.*
Athérospermine. *Atherosperma moschata.*
Atisine. *Aconitum heterophyllum.*
Atropanine. *Atropa Belladona.*
**Atropine.** — et plusieurs Solanacées.
Baptitoxine. *Baptisia tinctoria.*
Bébirine. *Nectandra Rodiei.*
Bélamarine. *Amaryllis Belladona.*
Berbérine. *Berberis vulgaris* et plusieurs autres plantes.
Boldine. *Boldua fragrans.*
**Brucine.** *Strychnos*; (spec. divers).
Buxine. *Buxus sempervirens.*
Cactine. *Cactus grandiflorus.*
**Caféine.** *Coffea* et plusieurs autres.
Calcatrifrine. *Delphinium Consolida.*
Cannabine. *Cannabis indica.*
**Capsicine.** *Capsicum.*
Carapine. *Carapa guyanensis.*
Carpaïne. *Carica Papaya.*
Castine. *Vitex agnus-castus.*
Cédrine. *Simaba Cedron.*
Chélérythrine. *Chelidonium, Sanguinaria.*

Chélidonine. *Chelidonium majus.*
Chénopodine. *Chenopodium vulgare.*
Chiococcine. *Chiococca racemosa.*
Chlorogénine. *Alstonia constricta.*
**Cicutine** (coniine). *Conium maculatum.*
Cimicifugine. *Cimicifuga racemosa.*
Cinchonamine. *Remijia Purdicana.*
Cinchonidine. *Cinchona succirubra.*
Cinchonine. *Cinchona Condaminea.*
Cocaïne. *Erythroxylon Coca.*
Codamine. Opium.
**Codéine**. Opium.
**Colchicine**. *Colchicum autumnale.*
Collaturine. *Symplocos racemosa.*
Coptine. *Coptis trifolia.*
**Corydaline**. *Corydalis* et quelques autres plantes.
Cryptopine. Opium.
Curarine. *Sthrycnos.*
**Cytisine**. *Cytisus Laburnum.*
**Delphine**. *Delphinium Staphysagria.*
Ditamine. *Alstonia scholaris.*
Doundakine. *Sarcocephalus esculentus.*
Drumine. *Euphorbia Drumondii.*
Echitamine. *Alstonia scholaris.*
Echiténine. —
**Elatérine**. *Momordica Elaterium.*
Emétine. *Cœphælis Ipecacuanha.*
Ephédrine. *Ephedra vulgaris.*
Erythrine. *Erythrina Corallodendron.*
Erythrocoralloïdine. —
Erytrophléine. *Erythrophlœum guineense.*
Esenbeckine. *Esenbeckia febrifuga.*
Esérine. *Physostigma venenosum.*
Fumarine *Fumaria officinalis.*
Geissospermine. *Geissospermum læve.*
Gelsémine. *Gelsemium sempervirens.*
Géranine. *Geranium maculatum.*
Glaucine. *Glaucium luteum.*
Gleditschine. *Gleditschia triacanthos.*
Gnoscopine. Opium.
Guaranine. *Paullinia sorbitis.*
Gymnocladine. *Gymnocladus dioica.*
Harmaline. *Peganum Harmala.*
Harmine. —
Héliotropine. *Heliotropium europæum.*
Hydrastine. *Hydrastis canadensis.*
Hydrocotamine. Opium.
Hygrine. *Erythroxylon Coca.*
Hyménodictine. *Hymenodictyon excelsum.*
Hyoscyamine. *Hyoscyamus* et quelques autres Solanacées.
Hyoscine, *Hyocyamus.*
Icajanine, *Icajana M'boundou.*
Impérialine. *Fritillaria imperialis.*
Inéine. *Strophanthus hispidus.*
Isopyrine. *Isopyrum thalictroides.*
Japaconitine. *Aconitum japonicum.*
Javanine, *Cinchona Calisaya.*
Jervine. *Veratrum album.*
Katine. *Catha edulis.*
Lantanine. *Lantana brasiliensis.*
Lappine. *Arctium Lappa.*
Lanthopine. Opium.
Laudanine —
Laudanosine —
Lobéline. *Lobelia inflata.*
Laturine. *Symplocos racemosa.*
Loxoptérygine. *Loxopterygium Lorentzii.*
**Lupinine**. *Lupinus intetus.*
Lycine. *Lycium barbarum.*
Lycopodine. *Lycopodium complanatum.*
Macléyine. *Bocconia cordata.*
Malouétine. *Malouetia nitida.*
Manacine. *Franciscea uniflora.*
Margosine. *Melia Azedarach.*
Méconidine. Opium.
Ménispermine *Anamirta Cocculus.*
Mercurialine. *Mercurialis annua.*
**Morphine**. Opium.
Myoctonine. *Aconitum Lycoclonum.*
**Narcéine**. Opium.
**Narcotine**. —
Narégamine. *Naregamia alata.*
Nectandrine. *Nectandra Rodiei.*
**Nicotine**. *Nicotiana Tabacum.*
Nupharine. *Nuphar luteum.*
Oléandrine. *Nerium Oleander.*
Oxyacanthine *Berberis vulgaris.*
Palicourine. *Palicourea Maregravii.*
**Papavérine**. Opium.

Paricine. *Cinchona* et quelques autres Rubiacées.
Parthénine. *Parthenium hysterophorus.*
Pastinacine, *Sium latifolium.*
Pelletiérine. *Punica Granatum.*
Pélosine. *Pareira brava.*
Phytollaccine. *Phytolacca decandra.*
Picramnine. *Picramnia antidesma.*
Piligaline. *Lycopodium Saururus.*
Pilocarpine. *Pilocarpus pinnatus.*
**Pipérine**. *Piper.*
Piturine. *Duboisia Hopwoodii.*
Porphyrine. *Alstonia constricta.*
Protopine. Opium.
Pseudo-morphine Opium.
Québrachine. *Aspidosperma Quebracho.*
**Quinine**. *Cinchona.*
Rathanine, *Krameria triandra.*
Rhœadine. *Papaver Rhœas.*
Ricinine. *Ricinus communis.*
Sabadilline. *Veratrum Sabadilla.*
Sapotine. *Achras Sapota.*
Sarracénine, *Sarracenia purpurea.*
Scillaïne. *Urginea Scilla.*
Sipérine. *Nectandra Rodiei.*
Spartéine. *Spartium scoparium.*
Spigéline. *Spigelia Marilandica.*
**Strychnine**. *Sthrychnos* (spec. divers).
Sucupirine. *Bowdichia major.*
Thalictrine. *Thalictrum macrocarpum.*
Thébaïne. Opium.
Théobromine. *Theobroma Cacao.*
Théophylline. *Thea chinensis.*
Trianospermine. *Trianospermum ficifolia.*
Trigonelline. *Trigonella Fœnum-græcum*
Tulipiférine. *Liriodendron tulipifera.*
Tulipine. *Tulipa vulgaris.*
Ulexine. *Ulex europæus; Cytisus.*
**Vératrine**. *Veratrum Sabadilla.*
Vicine. *Vicia sativa.*
Xanthoxyline. *Xanthoxylum fraxineum.*

## BIBLIOGRAPHIE


**Anema** (P.).— De zetel der Akaloïden bij enkele narkotische Planten. (Utrecht, 1892).

**Beckurts** (H.).— Ueber den Alkaloïgehalt der Rinde von Strychnos nux-vomica und der Samen von Strychnos potatorum L. fil. (*Archiv. der Pharm.*, Bd 231, p. 549-552).

**Borscow** (El.).—Beiträge zur Histochemie der Pflanzen. (*Bot. Zeitung*, 1874, p.17).

**Bræmer** (L.).— De la localisation des principes actifs des Cucurbitacées; Recherches histologiques et histochimiques. (Toulouse, 1893, et C. R. Ac. Sc. Paris, nov. 1893).

**Chastaing.**— Alcaloïdes naturels. (*Encyclopédie chimique*, t. VIII, 6[me] fasc., 2[me] sect., Paris, 1885).

**Clautriau** (G.).— Recherches microchimiques sur la localisation des alcaloïdes dans le Papaver somniferum. (*Annales de la Société belge de microscopie*, t. XII, 1885-1886). Bruxelles, 1889.

— Localisation et signification des alcaloïdes dans quelques graines. (*Annales de la Société belge de microscopie*, Mémoires), t. XVIII, 1894, p. 35).

**Dupuy** (B.).— Alcaloïdes, 2 vol. Bruxelles, 1887.

**Erréra** (L.).— Sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques. (*Ann. de la Soc. belge de microscopie*, Mémoires, t. XIII, fasc. 2, p. 73-121).

**Erréra, Maistriau** et **Clautriau.** — Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloïdes dans les plantes. Bruxelles, 1887. (*Annales de la Société belge de microscopie*, t. XII, 1885-1886).

**Gerock** (J.-E.) und **Skippari** (F.-J.).—Uber den Sitz der Alkaloïde in Strychnossamen. (*Archiv. der Pharm.*, p. 555-566, vol. 231, 1892).

**Herrmann** (Ott.).— Nachweis einiger organischer Verbindungen in den vegetalischen Geweben. (Inaug. diss.). Leipzig, 1876.

**Howard** (E.).— Illustration of the nueva Quinologia of Pavon. (London, 1862, p. 7, pl. II, fig. 12 *a* et 12 *b*, dans la partie intitulée: Microscopical observations).

**Istvanffi** (G.).— Recherches sur la localisation de la substance active dans le piment. (*Termeszetrajzi Fuzetek*, 1891, t. XIV, analysé dans *Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie*, t. IX, 1892, p. 271).

**Laval** (P.).— Essai sur la recherche microchimique de la strychnine. Thèse, Montpellier, 1891).

**Lindt** (O.).— Ueber den mikrochemischen Nachweis von Brucin und Strychnin. (*Zeitsch. f. w. Mikroskopie*, t. I, p. 237).

**Meyer** (A.).— Der Sitz der scharf schmeckenden Substanz im spanischen Pfeffer. (*Pharm. Zeitung*, 1889, p. 130).

**Molisch** (H.).— Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel. Iena, 1891).

**Pfeffer.**— Hesperedin; ein Bestandteil einiger Hesperideen. (*Botanische Zeitung*, 1874, p. 529).

**Prunier.**— Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie. (Article Quinquinas, t. XXX, p. 309).

**Rosoll** (Alex.).— Beiträge zur Histochemie der Pflanzen. (*Sitz. d. Akad. de Wiss. d. Wien*, 1884, Bd 89, Abt. I, p. 137-150).

— Ueber den mikrochemischen Nachweis der Glycoside und Alkaloïde in den vegetabilischen Geweben. Stockerau, 1889-1890 (*25 Jahresber. des Landes-Realgymnasiums zu Stockerau*).

**Wèvre** (Alf. de).— Localisation de l'atropine. (*Bull. de la Soc. belge de microscopie*, t. XIV, N° 1, séance du 29 oct. 1887, p. 19).

— Sur l'alcaloïde des Narcisses. (*Bulletin de la Soc. belge de microscopie*, t. XIII, séance du 30 avril 1887, p. 137).

**Wildeman** (E. de).—Présence et localisation d'un alcaloïde dans quelques Orchidées. (*Bull. de la Soc. belge de microscopie*, t. XVIII, p. 101).

**Zopf** (W.).— Zur physiologischen Deutung der Fumariaceen-Behälter. (*Berichte der deutschen botan. Gesell.*, t. IX, 1891, p. 107-117).

---

CHAPITRE VIII

# GLUCOSIDES

*Généralités.* — Les glucosides sont des éthers du glucose, très répandus dans le règne végétal. Ils résultent de la combinaison du glucose avec divers corps (acides, alcools, etc.); en s'hydratant, ils se dédoublent en glucose et en un autre composé qui diffère pour chaque glucoside.

Exemples : La salicine donne de la saligénine et du glucose.

$$C^{13}H^{18}O^7 + H^2O = C^7H^8O^2 + C^6H^{12}O^6$$

La coniférine donne de l'alcool coniférylique et du glucose.

$$C^{16}H^{22}O^8 + H^2O = C^{10}H^{12}O^3 + C^6H^{12}O^6$$

L'arbutine fournit de l'hydroquinone et du glucose.

$$C^{12}H^{16}O^7 + H^2O = C^6H^6O^2 + C^6H^{12}O^6$$

etc.

La plupart des glucosides sont des corps ternaires constitués par les trois éléments suivants : carbone, hydrogène et oxygène. Il est facile d'expliquer leur genèse dans la plante en partant de l'aldéhyde formique; avec M. A. Gautier, nous pouvons écrire, par exemple, que l'hydroquinone qui donnera naissance à l'arbutine, en s'unissant au glucose avec élimination d'une molécule d'eau, dérive de l'aldéhyde formique:

$$\underset{\text{aldéhyde formique}}{7\,CH^2O} = \underset{\text{hydroquinone}}{C^6H^6O^2} + \underset{\text{acide formique}}{CH^2O^2} + \underset{\text{eau}}{3H^2O}$$

Il en serait de même pour la saligénine de la salicine.

$$\underset{\text{aldéhyde formique}}{9\,CH^2O} = \underset{\text{saligénine}}{C^7H^8O^2} + \underset{\text{acide formique}}{2\,CH^2O^2}$$

Il reste bien entendu que ces origines sont hypothétiques, ces équations n'exprimant guère que des vues théoriques, et la chimie de l'activité cellulaire des plantes ayant fourni jusqu'ici peu de faits positifs et démontrés par l'expérience.

Outre ces trois éléments fondamentaux : carbone, hydrogène et oxygène, quelques glucosides contiennent de l'azote. Telles sont la solanine ($C^{43}H^{71}AzO^{16}$) et l'amygdaline ($C^{20}H^{27}AzOH$). La solanine donne par hydratation de la solanidine et du glucose.

$$C^{20}H^{27}AzO^{11} + 2\,H^2O = 2\,C^6H^{12}O^6 + CAzH + C^7H^6O$$

amygdaline — eau — glucose — acide cyanhydrique — essence d'am.amèr.

Ces hydratations des glucosides ont lieu, soit par l'action des acides minéraux étendus, soit par l'action de divers ferments. Dans le végétal, les transformations des glucosides ont toujours lieu sous l'action des différents ferments émis par la plante.

Dans les amandes amères et le laurier-cerise, par exemple, c'est par un ferment, l'émulsine, que se fait le dédoublement de l'amygdaline.

Enfin, certains glucosides contiennent non seulement du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, mais encore du soufre. On rencontre des glucosides sulfurés dans la plupart des Crucifères. M. Guignard a démontré leur présence dans quelques Capparidacées (*Capparis*), Tropéolées (*Tropæolum*), Papayacées (*Carica*). Ils ne sont pas encore chimiquement connus, mais leur existence est dès maintenant prouvée.

De tous ces glucosides sulfo-azotés, deux seulement sont bien connus : 1° L'acide myronique ($C^{10}H^{19}AzS^2O^{10}$) qu'on rencontre dans le *Brassica nigra* Koch (moutarde noire) sous forme de composé salin (myronate de potassium) et qui est généralement désigné sous le nom de *sinigrine*; c'est cette sinigrine qui, sous l'action d'un ferment, la myrosine, forme de l'essence de moutarde ou isosulfocyanate d'allyle, du glucose et du sulfate acide de potassium.

$$C^{10}H^{18}AzKS^2O^{10} = C^3H^5 - AzCS + C^6H^{12}O^6 + SO^4KH$$

sinigrine — isosulfocyanate d'allyle — glucose — sulfate acide de potassium

2° La *sinalbine* ($C^{30}H^{44}Az^2S^2O^{16}$), qu'on trouve dans le *Sinapis alba* L. (moutarde blanche). Sous l'action de la myrosine, elle se dédouble et donne une essence (différente de celle qui est fournie par les *Brassica* et qui paraît être de l'isosulfocyanate d'orthoxybenzyle), du glucose et du sulfate acide de sinapine

$$C^{30}H^{44}Az^2S^2O^{16} = C^7H^7O-AzCS + C^6H^{12}O^6 + SO^4H - C^{16}H^{24}AzO^5$$

sinalbine — isosulfocyanate d'orthoxybenzyle — glucose — sulfate acide de sinapine

Les plantes contiennent, en résumé, un grand nombre de glucosides, tous susceptibles de former du glucose par dédoublement.

Un même glucoside peut se rencontrer chez plusieurs plantes différentes. Ainsi l'acide myronique se trouve à l'état de myronate de potassium dans le *Cochlearia armorica* L. (raifort), dans les graines des *Cheiranthus Cheiri* L., *Lepidium Draba* L., *Brassica Napus* L., *Raphanus sativus* L., *R. Raphanistrum* L. et *Sisymbrium officinale* Scop. La coniférine est encore plus répandue ; elle existe non seulement dans toutes les Conifères, mais encore dans toutes membranes lignifiées.

La localisation de ces glucosides par les méthodes microchimiques sont particulièrement difficiles; pour beaucoup d'entre eux, les recherches les plus minutieuses et les mieux conduites sont restées infructueuses.

Ils ne possèdent pas, comme les alcaloïdes, des réactifs généraux : le seul caractère commun qu'ils présentent est de donner par dédoublement du glucose comme terme constant.

Or, si l'on peut arriver à produire ces dédoublements dans les tissus vivants au moyen d'acides ou de ferments appropriés, on ne peut guère penser à révéler le glucose. Les chances d'erreur seraient trop multipliées par la grande fréquence du glucose dans les tissus végétaux. Nous verrons plus loin qu'on a pu localiser l'acide myronique en provoquant son dédoublement, mais ce glucoside possède des propriétés spéciales qui ont permis de le révéler non pas par le glucose, mais par l'essence à laquelle il donne naissance en se dédoublant; la manipulation est du reste très délicate et ne saurait être généralisée.

On a surtout recours aux réactions colorantes ; nous avons déjà dit, à propos des alcaloïdes, que ces réactions ne peuvent être toujours concluantes, les réactifs employés agissant aussi sur plusieurs autres corps contenus dans le suc cellulaire; on ne saurait trop insister sur les causes d'erreur qu'il faut éviter.

Quoi qu'il en soit, nous donnons les résultats obtenus.

## Acide myronique

L'acide myronique est un glucoside qui a pour formule $C^{10}H^{19}AzS^{7}O^{10}$; il existe dans un certain nombre de Crucifères et notamment dans les graines de moutarde (*Brassica nigra* Koch), le *Cochlearia armo-*

*rica* L., le *Cheiranthus Cheiri* L., le *Lepidium Draba* L., le *Brassica Napus* L., le *Raphanus sativus* L., le *R. Raphanistrum* L., et le *Sisymbrium officinale* L.

Ce glucoside se présente dans la plante sous la forme d'un composé potassique, qui est du myronate de potassium. C'est à ce myronate de potassium qu'on donne le nom de sinigrine.

En présence d'un ferment contenu également dans certaines cellules de ces plantes, le myronate de potassium se dédouble et donne du glucose, de l'isosulfocyanate d'allyle ou essence de moutarde et du sulfate acide de potassium

$$C^{10}H^{18}AzKS^2O^{10} = C^6H^{12}O^6 + C^3H^5—AzCS + SO^4Hk$$

M. Guignard a étudié la localisation des myronates de potassium dans les plantes nommées ci-dessus.

«Comme on ne peut déceler la présence du glucoside par les réactifs colorants, dit-il, ni opérer sur les cellules de la même façon que sur ce composé extrait des organes qui le renferme, j'ai cherché à résoudre la question par d'autres procédés.»

Voici les procédés employés par ce savant :

I.— Laisser sécher lentement et incomplètement à l'air libre l'organe à étudier (tige ou racine de raifort dans l'exemple cité), jusqu'à ce que la section ne détermine plus, à la faveur de l'eau de végétation, le contact du ferment et du glucoside. Porter les coupes épaisses de 1-2 assises de cellules dans de l'éther anhydre pur, qui ne dissout pas le glucoside, afin d'enlever toutes les matières grasses contenues dans les cellules; avant de continuer l'opération, s'assurer, par la teinture d'Alkanna, que toute la matière grasse a été enlevée.

Comme l'éther a fait perdre au ferment toute son activité, on emploie alors une solution filtrée de myrosine, préalablement purifiée par des précipitations au moyen de l'alcool et lavée à l'éther après dessiccation lente à l'étuve.

Maintenir les coupes pendant 30 ou 40 minutes dans la solution de myrosine, à 50 degrés. Laver à l'air et traiter par de la teinture d'Alkanna.

Les cellules qui contenaient du myronate de potassium présentent de l'essence de moutarde, colorable, nous le savons, par la teinture d'Alkanna.

Ces coupes colorées, traitées de nouveau par l'éther anhydre qui dissout l'essence, sont décolorées.

II.— Traiter les coupes par une solution alcoolique d'acide tartrique à titre assez fort. Le potassium du myronate de potassium est précipité. Ce précipité est constitué par des cristaux de bitartrate de potassium. Ils appartiennent au système orthorhombique; ils sont tétraédriques, rarement prismatiques ou ellipsoïdaux, libres ou groupés de façons variables.

Les plantes contenant des sels de potassium, il est utile de se rendre compte que le précipité obtenu est bien dû au sel glucosidique. Pour cela, on enlève le myronate de potassium par de l'alcool à 90 degrés, qui ne dissout que très légèrement ou

pas du tout les sels minéraux de potassium. On traite alors ces coupes par la solution alcoolique d'acide tartrique, et on s'assure ainsi approximativement de la quantité de sels minéraux contenus dans l'organe et les cellules où ils se trouvent localisés.

Par ces deux procédés, M. Guignard a trouvé que toutes les cellules parenchymateuses de l'écorce, du bois et de la moelle contiennent le myronate de potassium. Dans les graines, à part les cellules à myrosine, tous les autres éléments du parenchyme, des cotylédons et de la radicule, y compris l'épiderme, contiennent le sel glucosidique.

### Acide rubérythrinique $C^{20}H^{22}O^{11}$

L'acide rubérythrinique se trouve dans la racine du *Rubia tinctorum*. Il colore les racines de cette plante en jaune.

Il se dédouble en donnant du glucose et de l'alizarine.

I. — La potasse le colore en rouge-pourpre.

II. — Les acides le colorent en orange-jaune.

III. — Le chlorure ferrique lui donne une coloration qui varie de l'orange au rouge-brunâtre.

Le glucoside se trouve dans le suc cellulaire des jeunes racines. Dans les racines âgées, alors même qu'elles sont encore vivantes, c'est la membrane qui contient l'acide rubérythrinique.

### Bryonine

La localisation de ce glucoside a été étudiée par M. Bræmer dans les *Bryonia dioica* Jacq. et *B. alba* L.

La bryonine est soluble dans l'eau, l'alcool et les acides étendus ou concentrés ; insoluble dans l'éther et dans un excès d'alcali.

Par dédoublement, elle donne du glucose et un corps résinoïde, la bryorétine. Les réactions microchimiques qui doivent être employées pour déceler le siège de ce principe sont les suivantes :

I. — L'acide sulfurique : Recevoir les coupes dans l'éther, les porter ensuite sur le porte-objet dans un mélange de cinq volumes d'éther et un volume d'acide sulfurique ; chasser l'éther par la chaleur (en maintenant la lamelle sur une plaque

chauffée à l'eau chaude); ajouter de l'*acide sulfurique* concentré ; coloration rouge sang persistant quelque temps dans les cellules à glucoside.

II. — Le réactif de Frœhde : coloration rouge, puis verte (opérer comme pour I).

III. — Le réactif de Mandelin : coloration rouge sang, passant peu à peu au bleu violacé (opérer comme pour I).

IV. — L'azotate d'argent : Porter les coupes dans une solution aqueuse d'azotate d'argent à 1 p. 100, laisser en contact pendant quelque temps, laver à l'eau distillée à peine ammoniacale ; au bout de quelques heures, on observe un précipité rouge vermillon dans les cellules à bryonine. Cette coloration dure quelques jours, puis le précipité devient noir.

La bryonine est contenue dans des cellules spéciales, allongées dans le sens longitudinal (idioblastes).

La racine possède des faisceaux concentriques : les faisceaux périphériques sont les plus grands. Les cellules spéciales contenant la bryonine sont localisées dans l'écorce interne du liber et dans le liber externe de tous les faisceaux ; elles existent aussi, mais pas toujours, contre le bois, au bord des rayons médullaires qui séparent entre eux les faisceaux.

La tige contient des cellules spéciales à bryonine, quelquefois dans l'écorce, à l'intérieur du collenchyme, mais surtout à la face interne de l'anneau péricyclique entourant le liber et au pourtour du liber interne.

Dans la feuille et dans le mésocarpe du fruit, les cellules spéciales à bryonine sont toujours au pourtour du liber.

## Colocynthine

La localisation de ce glucoside a été aussi étudiée par M. Bræmer dans le *Citrullus Colocynthis* Schrad. (coloquinte.)

Comme la bryonine, la colocynthine est soluble dans l'eau, l'alcool et les acides étendus ou concentrés, insoluble dans l'éther ou dans un excès d'alcali. Il faudra donc employer des matériaux qui auront préalablement macéré dans l'éther et non dans l'alcool.

Par dédoublement, ce glucoside donne du glucose et de la colocynthéine.

Les réactions microchimiques sont à peu près les mêmes que pour la bryonine. M. Bræmer préconise l'emploi de :

I. —L'acide sulfurique: coloration rouge sang (opérer comme pour la bryonine).

II. — Le réactif de Frœhde: belle coloration rouge cerise intense (même observation que pour I).
III. — Le réactif de Mandelin: coloration rouge cerise (*id.*).
IV. — La potasse à chaud: donne une coloration jaune.
V. — La liqueur de Fehling est réduite par la bryonine sans addition d'acide.

Comme la bryonine, la colocynthine est contenue dans des cellules spéciales qui se retrouvent également dans la tige, quelquefois à l'intérieur du collenchyme, le plus souvent au pourtour du liber externe et interne.

M. Bræmer n'a pas publié de résultats au sujet de la racine.

Le mésocarpe du fruit, qui est employé en pharmacie (coloquinte), est riche en cellules spéciales; elles accompagnent les nombreux faisceaux qui parcourent cette région et forment aussi des files nombreuses disposées en réseau.

### Coniférine ($C^{16}H^{22}O^{8}$)

La coniférine est un glucoside qui a été extrait, par Hartig, du cambium du *Larix europæa.* Depuis lors, on l'a retrouvé non seulement dans toutes les Conifères, mais dans toutes les plantes où se forme du tissu lignifié.

Les recherches de MM. Singer, Wiesner, etc., ont démontré que dans toutes les membranes lignifiées, on rencontre un mélange de matières gommeuses, de coniférine, de vanilline et d'un autre corps mal défini.

La coniférine est insoluble dans l'éther, peu soluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'alcool.

Oxydée avec précaution, par un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, elle donne d'abord du glucose et de l'alcool coniférylique ($C^6H^3OH.\ OCH^3.\ C^3H^4OH$); cet alcool coniférylique produit de la vannilline ou aldéhyde méthylprotocatéchique ($C^6H^3.OH.\ OCH^3.CHO$), l'oxydation transformant le groupe $C^3H^4.OH$ de cet alcool en CHO.

Presque toutes les réactions colorées des membranes ligneuses proviennent de la double coloration produite par ces réactifs sur la vanilline et la coniférine.

Voici, toutefois, quelques réactions spéciales à la coniférine :

I.— La phloroglucine et l'acide chlorhydrique : coloration violette fugace (de Wèvre).

II.— Le sulfate d'aniline ou le chlorhydrate d'aniline en solution aqueuse nouvellement préparé colore la coniférine en jaune pâle (de Wèvre).

III.— L'acide sulfurique donne une coloration violette (de Wèvre).

IV.— La résorcine en solution alcoolique et l'acide sulfurique : coloration violette (de Wèvre).

V. — L'acide pyrogallique ou l'orcine additionné d'acide sulfurique : coloration violette (de Wèvre).

VI.— Le phénol en solution concentrée et l'acide chlorhydrique : coloration bleue (Hegler).

Tous ces réactifs colorent aussi la vanilline, mais les colorations ne sont pas les mêmes. D'après Hegler, la dernière ne colorerait que la coniférine ; mais M. de Wèvre n'a pas pu obtenir cette coloration en opérant directement sur de la coniférine chimiquement pure (1).

La coniférine imprègne les membranes lignifiées de toutes les plantes.

## Coriamyrtine $C^{15}H^{36}O^{5}$

M. Villeneuve a étudié le siège de ce glucoside dans le *Coriaria myrtifolia*.

La coriamyrtine est peu soluble dans l'eau bouillante et dans l'eau chaude, ainsi que dans le sulfure de carbone ; elle est soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme et la benzine.

Le dédoublement de ce glucoside donne du glucose et une matière résineuse, de la coriamyrtine.

L'auteur a obtenu des résultats par les procédés suivants :

I.— Faire macérer des portions d'organe dans de l'eau de Javel, les cellules à coriamyrtine prennent une coloration jaune-brun, tandis que toutes les autres cellules se décolorent.

II.— Faire des coupes médiocrement minces, les recevoir dans quelques gouttes d'une solution d'acide iodhydrique ordinaire; M. Riban (2) conseille l'acide iodhydrique fumant pour cette réaction, mais il détruit les tissus ; l'acide iodhydrique ordinaire donne de meilleurs résultats; les porter sur le couvre-objet dans une goutte du même réactif. Faire chauffer jusqu'à évaporation complète de la liqueur. Imbiber ensuite la coupe d'une goutte d'alcool qui s'évapore rapidement par suite de

(1) Voir, pour plus de détails, le paragraphe consacré à la Vanilline.

(2) J. Riban. — La Coriamyrtine et ses dérivés (*C. R. Ac. Sc. Paris*, sept., 1866).

la haute température de la plaque et ajouter une goutte de solution de soude caustique. Coloration brun très foncé des cellules à coriamyrtine, coloration jaunâtre de toutes les autres cellules. Opérer rapidement pour ne pas désorganiser les tissus.

M. Villeneuve a localisé ainsi la coriamyrtine dans l'endoderme des tiges et des feuilles. Dans les feuilles, l'auteur n'a pu se servir que du premier réactif, la seconde manipulation amenant la désorganisation des tissus par l'acide iodhydrique (1).

## Crocine $C^{44}H^{70}O^{28}$

M. Molisch a caractérisé microchimiquement la crocine dans les stigmates du *Crocus sativus* (safran).

Ce glucoside est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, peu soluble dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther. Il se dédouble en glucose et en crocétine.

Les réactions microchimiques susceptibles d'être employées pour le déceler sont les suivantes :

I.— L'acide sulfurique concentré : produit une coloration bleue foncée devenant successivement violette, rouge cerise et brune.

II.— L'acide nitrique concentré : donne une coloration bleue qui devient rapidement brune.

III.— L'acide chlorhydrique le dissout et se colore en jaune.

On trouve ainsi que la crocine a son siège dans toutes les cellules du stigmate. Pendant la vie de l'organe, elle n'est que dans la cellule ; après la mort de l'organe, le glucoside diffuse et imprègne les membranes.

La drogue, telle qu'on la trouve en pharmacie, contient donc de la crocine aussi bien dans la cellule que dans la membrane.

## Datiscine $C^{21}H^{22}O^{12}$

M. O. Herrmann a étudié la localisation de la datiscine dans le *Datisca cannabina* (Datiscées).

(1) M. Villeneuve a continué ses recherches depuis la publication de son mémoire ; les résultats obtenus par lui confirment entièrement ses premières données.

Ce glucoside est soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude. L'éther le dissout et le laisse déposer en cristaux par évaporation spontanée.

Il se dédouble et donne du glucose et de la datiseétine.

Les réactions microchimiques suivantes ont été faites par M. Herrmann pour localiser la datiseine.

I.— L'eau de chaux et de baryte provoque une coloration jaune intense dans les cellules à datiscine.

Si on ajoute une goutte d'acide acétique ou d'acide chlorhydrique, la coloration disparait.

II.— L'acétate de plomb ou le chlorure de zinc donne un précipité jaune.

III.— Les sels d'oxyde de cuivre la précipitent en vert.

IV.— Le chlorure de fer en vert-brun foncé.

L'auteur a trouvé la datiscine dans le suc cellulaire du parenchyme cortical. Dans les cellules à membranes épaisses de l'écorce et du bois, le glucoside imprégnait la paroi.

## Franguline $C^{20}H^{20}O^{10}$

M. Borscow a étudié la localisation de la franguline dans le *Rhamnus Frangula* (Rhamnacées).

Ce glucoside est presque insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et l'éther froids, plus soluble dans ces liquides à chaud; soluble dans les huiles grasses bouillantes, dans l'essence de térébenthine, la benzine et l'acide acétique.

Il se dédouble en donnant du glucose et de l'acide frangulique.

Pour reconnaître la présence de la franguline, M. Borscow conseille la réaction suivante :

I.—Porter les coupes dans une solution alcoolique de potasse; les cellules à franguline prennent une coloration rouge cerise intense.

La franguline a son siège dans tous les éléments parenchymateux, plus particulièrement dans le liber.

## Hespéridine

Le siège de ce glucoside a été établi par M. Pfeffer dans différents *Citrus*.

L'hespéridine est très soluble dans l'acide acétique et les solutions alcalines (ammoniaques et soude), peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther, la benzine, le chloroforme, le sulfure de carbone et l'acétone.

Le dédoublement de ce corps donne du glucose et de l'hespéridine; ce dernier se transforme, sous l'action de la potasse, en phloroglucine et acide hespéritique.

Les réactions caractéristiques sont les suivantes :

I. —Par le chlorure de fer: coloration rouge-brun.

II. —Par l'acide sulfurique concentré: coloration rouge.

III. —Les coupes portées dans une solution aqueuse ou alcoolique de potasse cèdent à ce dissolvant l'hespéridine. On évapore la solution de potasse et on colore ce qui reste en chauffant avec de l'acide sulfurique dilué ; coloration rouge et violette.

IV. —Si on opère sur des matériaux conservés dans l'alcool, les cellules qui contiennent l'hespéridine en solution, la laissent cristalliser; cela arrive pour l'inuline, par exemple.

Ces cristaux se groupent et forment une masse plus ou moins arrondie, mais les aiguilles qui se groupent se laissent assez bien distinguer les unes des autres; de plus, si on traite ces cristaux par une solution alcaline, ils se dissolvent et colorent le liquide en jaune ou prennent une teinte rougeâtre.

Par ces divers procédés, on peut se convaincre que l'hespéridine est localisée dans les cellules de l'orange aussi bien que dans les cellules des axes et des organes foliacés.

## Mimosa pudica

En poursuivant une étude sur le système qui provoque chez le *Mimosa pudica* (sensitive) les phénomènes d'irritabilité qu'on lui connaît, M. Haberlandt a observé que les sucs de la tige et du pétiole donnent un résidu par évaporation.

Ce résidu, assez abondant, se montre composé de cristaux de forme variable, colorés en brun faible, solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther.

M. Haberlandt pense que cette substance doit être rapportée aux glucosides, car elle ne réduit la liqueur de Fehling qu'après avoir été chauffée avec l'acide sulfurique.

Il indique pour ce corps les réactions suivantes :

I.—Le chlorure ferrique lui communique une coloration violette.
II.—L'acide sulfurique concentré donne une coloration jaune-verdâtre qui passe au rouge par l'action de la chaleur.
III.— Le sulfate de fer : coloration de rouille intense.
IV.— L'extrait de Saturne provoque un précipité volumineux, jaunâtre, soluble dans l'acide acétique.
V.—L'acide sulfurique dilué ou l'acide chlorhydrique dilué amènent la formation d'un précipité finement granuleux, blanc, soluble dans l'alcool.

Mal connue encore, cette substance mérite qu'on l'étudie de plus près.

### Phlorizine $C^{21}H^{24}O^{10}$

M. Herrmann a étudié la localisation de ce produit dans l'écorce des racines de différentes Rosacées (pommier, poirier, prunier, cerisier).

La phlorizine est peu soluble dans l'eau froide (1016 p. d'eau), très soluble dans l'eau bouillante. Soluble dans l'alcool ordinaire et l'alcool méthylique; insoluble dans l'éther, elle se dissout dans un mélange d'éther et d'alcool.

Elle se dédouble en glucose et en phlorétine.

Ses réactions microchimiques sont les suivantes :

I. — L'acide sulfurique la transforme en une matière d'abord jaune, puis rouge (acide rutilo-sulfurique).
II. — L'acide chlorhydrique donne une substance amorphe rouge sale.
III. — Le chlorure de fer : coloration brun-rouge foncé.
IV. — Le sulfate de fer : précipité brun-jaune.

L'auteur n'a obtenu de bons résultats qu'avec le pommier, le tanin contenu en grande quantité dans les autres espèces masquant les réactions.

### Rutine $C^{42}H^{50}O^{25}$

Le siège de la rutine a été étudié par M. O. Herrmann.

On a extrait ce glucoside des feuilles de *Ruta graveolens* (Rutacées). On l'a retrouvé dans le *Sophora japonica* (Légumineuses). Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool; sa solution communique à ces

liquides une coloration jaune qui disparaît par les acides. Il se dédouble en glucose et en quercétine.

L'auteur a employé les réactifs suivants :

I. — L'ammoniaque ou l'eau de chaux colorent la rutine en jaune intense ; par l'exposition à l'air, la coloration brunit.

M. Herrmann a trouvé que la rutine était dissoute dans le suc cellulaire.

### Salicine $C^{13}H^{18}O^{7}$

La localisation de la salicine a été étudiée par M. Rosoll dans les *Salix* et les *Populus*.

Ce glucoside est soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

Sous l'action des acides, de l'émulsine ou de la salive, il se dédouble en donnant naissance à de la saligénine et à du glucose.

$$C^{13}H^{18}O^{7} + H^{2}O = C^{7}H^{8}O^{2} + C^{6}H^{12}O^{6}$$

M. Rosoll a employé la seule réaction suivante :

L'acide sulfurique concentré, qui donne une coloration rouge avec la salicine.

Il a constaté que ce glucoside est localisé dans les cellules parenchymateuses de l'écorce des *Salix* et des *Populus*.

Nous rappellerons que par addition d'eau, la coloration rouge de la salicine par l'acide sulfurique disparaît, et que si on chauffe ce mélange il se forme un précipité rouge foncé d'une matière résinoïde (rutiline ?) (1).

### Saponine $C^{19}H^{30}O^{10}$

M. Rosoll d'abord, puis M. Hanausek, ont étudié le siège de la saponine dans un certain nombre de plantes.

(1) M. Behrens (*loc. cit.*, p. 144) s'exprime ainsi : « Par l'action de l'acide sulfurique, il se produit une belle coloration ; par l'addition d'eau, la coloration devient plus rouge ; il se forme un précipité pulvérulent de rutiline. » Il y a une erreur évidente, car l'addition d'eau fait toujours disparaître la coloration rouge produite par l'acide sulfurique (A. Gautier, t. II, p. 474, Berthelot et Jungfleisch, t. I, p. 389).

Ce glucoside est contenu dans un assez grand nombre de plantes diverses : les Rosacées (*Quillaja, Saponaria*), les Caryophyllacées (*Saponaria officinalis*, *Dianthus*, *Agrostemma*, etc), etc.

Il est soluble dans l'eau et communique à ce dissolvant la propriété de mousser par l'agitation. Il est soluble dans l'alcool faible ; insoluble dans l'alcool fort et l'éther.

Par dédoublement, il donne du glucose et de la sapogénine.

Voici les réactions conseillées par divers auteurs :

I. — L'acide sulfurique concentré communique aux cellules contenant de la saponine une coloration d'abord jaune, devenant rouge, puis passant au bleu-violet au bout de 10 à 15 minutes.

II. — Le mélange d'acide sulfurique et d'alcool à parties égales donne les mêmes colorations. (Il est quelquefois utile de chauffer un peu).

Si on ajoute alors une solution de perchlorure de fer, il se produit un précipité brunâtre ou bleu-brunâtre (Hanausek).

III. — L'acide sulfurique concentré et le sucre (réaction de Raspail) donnent une coloration violette.

Dans les tiges et dans les racines, on trouve surtout la saponine localisée dans les assises sous-épidermiques ; on peut aussi en trouver dans les cellules des rayons médullaires et du parenchyme ligneux (racine de *Saponaria*). Les cellules à cristaux d'oxalate de chaux n'en contiennent pas.

## Solanine $C^{42}H^{75}AzO^{15}$

M. Schaarschmidt est le premier qui ait recherché la localisation de ce glucoside, mais les principales réactions microchimiques sont dues à M. Woothtschall. Ces auteurs ont étudié plusieurs *Solanum*, le *Capsicum annuum*, le *Lycopersicum esculentum* et le *Mandragora officinalis*.

La solanine est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther et l'alcool froid.

Elle se dédouble en donnant du glucose et de la solanidine qui est un alcaloïde. Elle a du reste une faible réaction alcaline et forme des sels avec les acides minéraux.

Les réactions susceptibles de déceler le siège de ce corps sont les suivantes :

I. — Le réactif de Mandelin: donnant une coloration d'abord jaune, qui passe successivement à l'orangé, au rouge-pourpre, au rouge-brunâtre, au carmin, au rouge-framboise, au violet, au violet-bleu et au bleu-verdâtre pâle, puis se décolore. Cette gamme de couleurs se produit en plusieurs heures (1).

II. — Le réactif de Brandt : chauffer les coupes avec le réactif en passant plusieurs fois sur une flamme de brûleur microchimique ; dès que la coloration apparaît, cesser de chauffer. La coloration est d'abord rouge framboise, elle passe peu à peu au rouge groseille, pâlit, devient jaune-brunâtre et disparaît.

III.— Le réactif de Back donne à chaud une coloration rouge, puis rose, puis rouge-cerise.

IV — Le réactif de Frœhde donne une coloration rouge cerise, qui passe au brun-rougeâtre, puis au jaune.

V. — L'acide sulfurique concentré produit une coloration jaune clair, qui passe au rouge, puis au violet, pâlit peu à peu en devenant verte et disparaît.

La solanine se montre :

Dans les couches collenchymateuses sous-épidermiques de la tige et dans les cellules qui se trouvent vers la face supérieure du pétiole aussi bien que dans les cellules des tissus qui accompagnent les principales nervures, mais toujours à la face supérieure.

Dans la pomme de terre, la solanine se localise dans les premières assises cellulaires au-dessous du périderme; il en existe une petite quantité autour des faisceaux.

Il s'en trouve aussi dans l'épiderme externe des sépales du *Solanum nigrum* et dans quelques cellules sous-épidermiques de la racine du *Solanum tuberosum*.

Le glucoside se rencontre surtout en grande abondance dans les bourgeons au moment où ils vont germer et se développer.

M. Wothtschall a signalé la présence de la solanine dans la membrane cellulaire, mais c'est probablement par un phénomène de diffusion que cet auteur a été trompé. La solanine ne se rencontre généralement que dans le suc cellulaire.

## Strophanthine $C^{31}H^{48}O^{12}$

M. Hartwich a étudié la localisation de la strophanthine dans les semences de *Strophanthus* (Apocynacées); elle est soluble dans l'eau (200 p.), dans l'alcool (55 p.), l'éther et la glycérine; insoluble dans le

(1) Avec ce réactif et tous ceux qui sont à base d'acide sulfurique, il faut avoir soin d'opérer sur des couches privées d'huiles grasses par l'éther, parce que l'acide sulfurique colore les matières grasses et ces colorations masquent en partie celles qui doivent être obtenues sur les glucosides.

chloroforme, l'éther ordinaire, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone.

Son dédoublement produit du glucose et de la strophanthidine.

L'auteur a employé la réaction suivante :

L'acide sulfurique donne une coloration bleue qui passe rapidement à un beau vert ; peu à peu la coloration pâlit et devient grise, avec quelques points bleuâtres ou verdâtres çà et là. Si on enlève l'huile que contiennent ces graines, on observe la même coloration ; ce qui prouve que la réaction colorée n'est pas due à l'huile.

M. Hartwich a ainsi constaté que la strophanthine est surtout localisée dans l'endosperme et dans l'embryon. L'endosperme est généralement plus riche ; dans un seul cas, l'auteur a trouvé l'embryon plus riche (*St. hispidus*).

Souvent les laticifères qui sont voisins des faisceaux fibro-vasculaires contiennent beaucoup de strophanthine.

### Syringine $C^{17}H^{24}O^{2}$

C'est à Borscow que l'on doit la localisation de la syringine ; ses recherches ont porté sur le *Syringa vulgaris* (Oléacées).

La syringine est soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

Elle se dédouble en donnant du glucose et de la syringénine.

On la localise par la réaction suivante :

1. — L'acide sulfurique concentré donne une coloration bleu foncé ; si l'acide est en plus grande quantité, on voit les parties se colorer en vert-jaune, passer au bleu quelques minutes après et finalement au rouge-violet.

M. Borscow a trouvé ainsi que le syringine est localisée dans les parois cellulaires des éléments libériens, des éléments ligneux et des rayons médullaires.

La fleur en contient des traces. La feuille et le fruit n'en ont pas.

Dans la tige, le glucoside est plus abondant en mars qu'en avril; il disparaît complètement pendant la période végétative.

*Application.* — Nous ne pourrions que redire ici ce que nous avons dit à propos des alcaloïdes. Glucosides et alcaloïdes sont les substances actives des plantes. C'est surtout pour ces corps qu'il est utile de bien connaître le siège qu'ils occupent.

LISTE DES PRINCIPAUX GLUCOSIDES

Acorine. *Acorus Calamus.*
Adansonine. *Adansonia digitata.*
Adonidine. *Adonis vernalis.*
Agoniadine. *Plumiera alba.*
Amygdaline. *Amygdalus.*
Antiarine. *Antiaris toxicaria.*
Apiine. *Apium Petroselinum.*
Apocynéine. *Apocynum cannabinum.*
Arbutine. *Arbutus, Gaceltheria, etc.*
Atractyline. *Atractylis gummifera.*
Aurantiamarine. *Citrus.*
Boldagluccine. *Boldoa fragans.*
**Bryonine.** *Bryonia dioica.*
Caïncine. *Chiococca anguifuga.*
Calycanthine. *Calycanthus floridus.*
Cephalantine. *Cephalanthus occidentalis.*
Cameline. *Camellia japonica.*
Chicorine. *Cichorium Intybus.*
**Colocynthine.** *Cucumis Cotocynthis.*
Condurangine. *Gonolobus Condurango.*
**Coniférine.** Diverses plantes.
Convallamarine. *Convallaria maialis.*
Convallarine. —
Convolvuline. *Convolvulus Jalapa.*
Coronilline. *Coronilla.*
**Coriamyrtine.** *Coriaria myrtifolia.*
**Crocine.** *Crocus sativus.*
Cyclamine. *Cyclamen europæus.*
Danaïdine. *Danais fragrans.*
Daphnine. *Daphne Gnidium.*
**Datiscine.** *Datisca cannabina.*
Digitaline. *Digitalis purpurea.*
Dulcamarine. *Solanum Dulcamara.*
Echujine. *Adenium Bœhmianum.*
Ericoline. *Arctostaphylos uva-ursi, etc.*
Esculine. *Æsculus Hippocastanum.*
Eupatorine. *Eupatorium perfoliatum.*
**Franguline.** *Rhamnus Frangula.*
Fraxine. *Fraxinus excelsior.*
Gentiopicrine. *Gentiana lutea.*
Globularine *Globularia Alypum.*
Gratioline. *Gratiola officinalis.*
Hédérine. *Hedera Helix.*
Helléboréine. *Helleborus niger.*
Helléborine. *Helleborus viridis.*
**Hespéridine.** *Citrus.*
Hydrangine. *Hydrangea arborescens.*
Illicianine. *Illicium parviflorum.*
Ipoméine. *Ipomæa pandurata.*
Isohespéridine. *Citrus.*
Jalapine. *Convolvulus orizabensis.*
Karakine. *Corynocarpus lævigata.*
Lokaïne. *Rhamnus catharticus, etc.*
Lupiniine. *Lupinus luteus.*
Mégarrhizine. *Megarrhiza californica.*
Mélampyrine. *Melampyrum arvense.*
Mélanthine. *Nigella sativa.*
Menyanthine. *Menyanthes trifoliata.*
Morindine. *Morinda citrifolia.*
Murrayine. *Murraya exotica.*
Naringine. *Citrus decumana.*
Nériantine. *Nerium Oleander.*
Nériine. —
Ononine *Ononis spinosa.*
Ouabaïne. *Acokanthera, Strophanthus.*
Paridine. *Paris quadrifolia.*
Phillyrine *Phillyrea latifolia.*
**Phloridzine.** Certaines Rosacées.
Quercitrin. *Quercus, Æsculus,* etc.
Rhamnégine. *Rhamnus.*
Rhinacanthine. *Rhinacanthus communis.*
Rhinanthine. *Rhinanthus buccalis.*
Robinine. *Robinia pseudo-Acacia.*
Rotoïne. *Scopolia japonica.*
**Rutine.** *Ruta graveolens.*
**Salicine.** *Salix, Populus.*
**Saponine.** *Saponaria, Quillaja, etc.*
Sinalbine. *Sinapis alba.*
**Sinigrine.** *Brassica nigra, etc.*
Smilacine. *Smilax Sarsaparilla.*
**Solanine.** *Solanum.*
**Strophanthine.** *Strophanthus hispidus.*
**Syringine.** *Syringa vulgaris.*
Tanghinine. *Tanghinia veneniflua*

Thévétine. *Thevetia nereifolia.*
Thuyine. *Thuya occidentalis.*
Turpéthine. *Ipomæa Turpethum* L.,
Uréchitine. *Urechites suberecta.*
Vernonine. *Vernonia nigritiana.*
Viburnine. *Viburnum.*
Villosine. *Rubus villosa.*
Vincétoxine. *Asclepias Vincetoxicum.*
Waldivine. *Simaba Waldivia.*
Wistérine, *Wisteria sinensis.*

## BIBLIOGRAPHIE


**Borscow** (E.).— Beiträge zur Histochemie der Pflanzen. (*Bot. Zeit.*, 1874).

**Bræmer** (L.).— De la localisation des principes actifs des Cucurbitacées. Recherches histologiques et histochimiques. Toulouse, 1893 ; (*C. R. Ac. Sc. Paris*, nov. 1893).

**Dupuy** (B.).— Glucosides. Paris, 1891.

**Guignard** (L.). — Sur la localisation dans les amandes et le laurier-cerise des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique. (*Journ. de Phar. et de Chim.*, 1890).

— Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. (*Journ. de Bot.* (Morot), 1890).

— Recherches sur la nature et la localisation des principes actifs chez les Capparidées, Tropéolées, Limnanthées, Résédacées et Papayacées. (*Journ. Bot.*, (Morot) 1894).

**Haberlandt** (G.).— Das reizleitende Gewebesgstem der Sinnpflanze. Leipzig, 1890).

**Hanausek** (C.-F.). — Ueber den Sitz der Saponinsubstanz in dem Kornradesamen. (*Chemiker Zeitung*, Bd XVI, 1892, N° 88, p. 1643) (analysé dans *Bot. Centralb.*, p. 339, t. IV, 1892).

— Zur Kenntniss des Vorkommens und Nachweises der Saponinsubstanzen im Pflanzenkörper. (*Chemiker Zeitung*, Bd XVI, 1892).

**Harwitch.**— Beitrag zur Kenntniss der Strophanthussamen. (*Archiv. der Pharm.*, t. 230, 1892, p. 411).

**Hegler** (Robert).— Thallin ein neues Holzreagens. (*Bot. Centralb.*, t. XXXVIII, 1889, p. 616).

— Histochemische Untersuchungen verholtzer Zellmembranen. (*Flora*, 1890, p. 31).

**Höhnel** (V.).— Histocheimiche Untersuchungen über das Xylophilin und das Coniferin. (*Sitzungsb. d. Akad der Wiss. zu Wien*, Bd. 76, t. I, p. 663).

**Molisch.** — Ein neues Coniferinreagenz. (*Ber. d. deutsch. botan. Gesells.*, 1886, p. 301).

— Grundriss einer Histochemie der pflanzenlichen Genussmittel. (Iena, 1891).

**Rosoll** (A.).— Ueber den mikrochemischen Nachweis der Glycoside und Alkaloïde in den vegetabilischen Geweben. (25 *Jahresb. des Landes-Realgymnasiums zu Stockerau*). Stockerau 1889-1890.

**Schaarschmidt.**— Ueber die mikrochemische Reaktion des Solanin. (*Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie.* Bd I, 1884, p. 61).

**Singer.**— Beiträge zur näheren Kenntniss der Holzsubstanz und der verholtzen Gewebe. (*Sitzungsb d. Wiener Akad. d. Wiss.* Bd. 85, p. 345).

**Villeneuve.**— Etude sur le Redoul (Coriaria myrtifolia). Thèse de l'Ecole supérieure de Pharmacie ; Montpellier, 1893).

**Wèvre** (Alf. de).—La lignine. (*Bull. de la Soc. belge de microscopie*, t. XV; nos VIII, IX et X, séance du 25 mai 1889, p. 49).

**Wiesner.**— Note über das Verhalten des Phloroglucins und einiger verwandter Körper zur verholtzen Zellmembran. (*Sitszungsb d. Akad. d. Wiss. zu Wien*, Bd. 77, 1878, p. 60).

**Wotczal** (E.).— Zur frage über die Verbreitung und Vertheilung des Solanins in den Pflanzen, etc., en russe. (Analys. de *Bot. Centralbl.*, 1890, t. 41, p. 100).

**Wothtschall** (E.).— Ueber die mikrochemischen Reaktionen des Solanin. (*Zeitschr. f. w. Mikroskopie*, Bd V, 1888, p. 19).

---

CHAPITRE IX

# CORPS DIVERS

## § 1. — Protéides

Outre les corps définis que nous avons étudiés chacun à leur place, la cellule végétale forme un grand nombre de corps albuminoïdes dont les caractères ne sont pas encore connus et qui ne peuvent être ni définis, ni classés. Toutes ces matières présentent des réactions générales ; nous allons résumer les plus importantes (1).

I. — On fait chauffer les corps dans un peu d'eau ; on ajoute un peu de lessive de potasse, et la liqueur qui contient la coupe étant maintenue bouillante, on porte un peu de liqueur de Fehling ; une coloration violette indique la présence de matières albuminoïdes. .

II. — On place les coupes dans une solution concentrée de sulfate de cuivre ou dans une solution d'acétate de cuivre. On laisse en présence pendant quelques minutes ; on porte alors les coupes dans une solution chaude de potasse ; coloration violette.

III. — On place les coupes dans une solution aqueuse d'iode. La coloration des matières protéiques varie du jaune au brun. On peut se servir pour cette réaction d'une solution d'iodure de potassium iodé. L'affinité des matières protéiques pour l'iode est plus faible que celle de l'amidon pour ce corps ; donc s'il existe de l'amidon, c'est lui qui se colorera tout d'abord.

IV. — On traite les coupes par l'acide nitrique concentré : les matières albuminoïdes sont colorées en jaune et forment de l'acide xanthoprotéique ; cette réaction est activée par la chaleur. On augmente la coloration jaune en ajoutant un peu de lessive de potasse ou une petite quantité d'ammoniaque, parce que les xanthoprotéates de potassium et d'ammoniaque sont plus vivement colorés que l'acide xanthoprotéique.

V. — On peut traiter la coupe par le réactif de Millon, qui donne une coloration rouge brique avec les protéides. On active la réaction en chauffant.

Les membranes sont souvent désorganisées par l'effet du réactif, mais les matières protéiques ne sont pas détruites, même si l'on chauffe jusqu'à 100°.

VI. — Porter la coupe dans une solution aqueuse concentrée de saccharose, ajou-

(1) Nous rappelons ici que les protéides réagissent souvent comme les alcaloïdes et qu'ils réduisent aussi l'acide osmique ; nous ne revenons pas sur ces réactions.

ter sur le bord du couvre-objet une goutte d'acide sulfurique concentré (réaction de Raspail) ; coloration rouge, rose ou violette.

Ces différentes réactions ne sont pas spéciales aux matières protéiques ; la réaction de Raspail se produit avec plusieurs alcaloïdes et plusieurs glucosides ; il en est de même des réactions II, IV et V.

Dans ces derniers temps on a préconisé d'autres réactions ayant pour but de démontrer la présence de corps différents dans l'ensemble des matières protéiques. Cette démonstration peut se faire par différents procédés microchimiques ; nous allons en indiquer un ou deux.

VII. — Traiter les coupes par de l'allosane (mesoxalylurée) en solution aqueuse ou alcoolique ; colorations différentes où domine le rouge pourpre, qui ne change pas par l'action de la lessive de soude (Krasser).

Cette réaction n'a pas lieu en présence des acides libres.

La réaction a lieu aussi avec la tyrosine, l'asparagine et l'acide aspartique.

Malheureusement cette coloration rouge se produit aussi par l'action de l'allosane sur les phosphates alcalins et sur les bicarbonates ; de plus, l'allosane exposé à l'air se colore en rouge et cette coloration rouge tourne au violet par l'action de la soude (Klebs).

VIII. — Traiter les coupes par un aldéhyde. Plusieurs aldéhydes (l'aldéhyde ciniramique, la vanilline etc.) colorent différemment les matières protéiques différentes. On laisse les coupes pendant 24 heures dans une solution alcoolique de 1/2 à 1 o/o de l'aldéhyde, et on porte sur la lamelle dans un mélange à volumes égaux d'eau et d'acide sulfurique, additionné de quelques gouttes de sulfate ferrique.

Les colorations varient du rouge au violet et au bleu, avec les aldéhydes salicylique, anisique et la vanilline ; les colorations sont jaunes ou jaune-orangé avec l'aldéhyde ciniramique. (Reichl et Mikosch.)

IX. — Porter les coupes dans le mélange suivant :

| | |
|---|---|
| Ferrocyanure de potassium à 10 o/o . . . | 1 partie |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 partie |
| Acide acétique P = 1,063. . . . . . . . | 1 partie |

Les laisser pendant une heure, puis laver à l'alcool à 60° jusqu'à ce que l'alcool ne soit plus acide. Ajouter alors une goutte de solution de chlorure ferrique ; on obtient une belle coloration bleu de Prusse. (Zacharias.)

Enfin nous devons ajouter que, quelquefois, ces protéides se présentent avec une forme caractéristique (leucites).

Parmi ces corps, nous signalerons particulièrement l'aleurone, presque toujours localisé dans des cellules spéciales (grains de blé) ou associé aux cellules oléagineuses des albumens riches en corps gras. Ces corps répondent aux réactions générales que nous venons de résumer.

Les matières protéiques peuvent être contenues dans toutes les cellules. Elles se localisent souvent dans certaines assises ; accumulées ainsi, elles troublent encore plus la plupart des réactions qui

servent à révéler la présence des autres matières azotées (ferments, alcaloïdes, etc.).


BIBLIOGRAPHIE

**Klebs.** — Einige Bemerkungen zu der Arbeit von Krasser « Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiss in der pflanzlichen Zellhaut, etc. (*Bot. Zeitung*, 1887).

**Krasser** (Fr.). — Untersuchungen über das Vorkommen von Eiweiss in der pflanzlichen Zellhant, nebst Bemerkungen über den mikrochemischen Nachweis der Eiweisskörper. (*Sitzungs. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien*, 1886, t. 94, p. 118).

**Reichl** (C.) et **Mikosch** (C.). — Ueber Eiweissreaktionen und deren mikrochemische Anwendung. (*Jahrb. d. K. K., Oberr. in d. II Bewirke von Wien*, 1890).

**Zacharias** (E). — Ueber Eiweiss, Nuklein und Plastin (*Bot. Zeit*, 1883).


## § 2. — Ferments

*Généralités.* — Tout porte à croire que les ferments sont de la nature des protéides ; aussi les traitons-nous directement après eux. On connaît plusieurs ferments végétaux : la diastase, la tréhalase, l'amygdaline, l'émulsine, la papaïne, etc. Tous jouent le même rôle: émis par le végétal, ils réagissent sur certains autres produits contenus dans la cellule vivante et les transforment : la diastase attaque l'amidon et le rend assimilable sous forme de glucose ; la tréhalase réagit sur le tréhalose, sucre contenu dans les champignons et le transforme aussi en glucose.

Nous avons déjà dit que les glucosides sont transformés par les ferments et fournissent alors du glucose.

La localisation de certains ferments peut être faite par des manipulations très simples ; nous allons les énumérer.

### Emulsine

L'émulsine est un ferment capable de dédoubler un certain nombre de glucosides et principalement l'amygdaline, en donnant du glucose, de l'acide cyanhydrique et de l'essence d'amandes amères.

$$C^{20}H^{27}AzO^{11} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^6 + CAzH + C^7H^6O$$

Sa localisation a été étudiée par M. Guignard dans les amandes et dans la feuille de laurier-cerise.

Les réactions préconisées par l'auteur sont les suivantes :

I. — Le réactif de Millon donne d'abord une teinte noirâtre à toute la coupe. Cette teinte est due surtout à l'action du contenu protoplasmique sur le sol mercuriel ; on remarque que la teinte est déjà beaucoup plus foncée dans les cellules à émulsine. Chauffée doucement, la teinte noirâtre disparaît partout pour faire place dans les cellules à émulsine à une coloration orangé-rouge. Les autres cellules prennent une coloration faiblement rose.

II. — Le sulfate de cuivre et la potasse (réaction de Piotrowski): coloration rose-violet.

III. — 2 cc. d'acide chlorhydrique et une goutte d'une solution aqueuse d'orcine au dixième ; chauffée à plusieurs reprises jusqu'à l'ébullition, avec des traces d'émulsine, donne une belle coloration violette (1).

L'émulsine est contenue : dans les cellules endodermiques des faisceaux foliaires du *Cerasus Lauro-Cerasus* et dans les cellules à membranes non épaissies du péricycle de ces faisceaux. Dans les amandes, les cellules contenant l'émulsine sont les cellules péricycliques des faisceaux cotylédonaires, de la tigelle et de la gemmule. On en trouve aussi dans l'endoderme des cotylédons. Dans la tigelle et la radicule, l'endoderme n'a pas d'émulsine, mais les cellules du tissu procambial du faisceau paraissent en renfermer.

## Myrosine

La localisation de ce ferment a été étudiée par M. Guignard. Elle est susceptible d'agir sur un grand nombre de glucosides ; c'est dans la famille des Crucifères qu'elle a été trouvée pour la première fois, et sans sortir de cette famille on peut se rendre compte de la variété des glucosides sur lesquels elle exerce son action.

Elle agit sur le myronate de potassium, dans la moutarde noire et certaines autres Crucifères :

$$\underset{\text{myronate de potassium}}{C^{10}H^{18}AzKS^2O^{10}} = \underset{\text{glucose}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{\text{isosulfocyanate d'allyle}}{C^3H^5 - CAzS} + \underset{\text{sulf. ac. de potassium}}{SO^4HK}$$

(1) Cette réaction n'a pas donné de bons résultats à M. Guignard au point de vue microchimique. Quand le tanin est abondant dans les cellules à émulsine, il masque la coloration.

Sur la sinalbine, dans la moutarde blanche :

$$C^{30}H^{44}Az^2S^2O^{10} = C^6H^{12}O^6 + C^7H^7O - CAzS + C^{16}H^{24}AzO^5 - SO^4H \quad (1)$$

sinalbine — glucose — isosulfocyanate d'orthoxybenzile — sulfate acide de sinapine

Dans le *Cochlearia officinalis* L., l'essence provenant du glucoside inconnu est l'isosulfocyanate de l'alcool butylique secondaire ; de même le *Nasturtium officinale* L. (cresson de fontaine) contient un glucoside inconnu qui, sous l'action de la myrosine, produit une essence appelée nitrile phénylpropionique ($C^9H^{10}Az$) et dans le *Lepidium sativum* L. (cresson alénois), le même ferment produit le nitrile de de l'acide alphatolnique ($C^8H^7Az$) par dédoublement d'un glucoside inconnu.

La composition des essences des Crucifères varie donc avec la nature des glucosides. M. Guignard a montré que la myrosine pouvait non seulement dédoubler tous ceux des Crucifères, mais encore agir sur les glucosides inconnus des Capparidacées, Limnanthacées, Tropéolacées, Résédacées et Papayacées.

M. Guignard conseille surtout les réactions suivantes (2) :

I. — Porter la coupe dans une goutte du réactif de Millon, chauffer très légèrement; les cellules à myrosine prennent une coloration rouge intense, tandis que le reste du parenchyme ne prend, même sous l'influence d'une température assez élevée, qu'une teinte rose-pâle, due aux matières albuminoïdes contenues normalement dans le protoplasme de toute cellule.

II. — Chauffer légèrement les coupes en présence d'acide chlorhydrique. Les cellules à myrosine se colorent d'abord en rose, puis en violet. La coloration est la même si l'on ajoute de l'orcine à l'acide chlorhydrique.

III. — Porter les coupes dans de la liqueur de Fehling ; les cellules à myrosine prennent une teinte violette. Cette réaction est due au sel de cuivre et à l'excès d'alcali de la liqueur. Chez les Crucifères, la liqueur de Fehling est réduite par le contenu ordinaire des cellules parenchymateuses autres que les cellules à myrosine.

IV. — On peut enfin colorer les cellules à myrosine par plusieurs couleurs d'aniline (vert de méthyle, bleu de quinoléine, brun Bismarck, etc.).

Au moyen de toutes ces réactions, de la première surtout, M. Gui-

(1) M. Guignard fait remarquer que ces deux équations ne sont probablement pas définitives, car l'eau n'y entre pas, comme cela arrive pour tous les autres dédoublements des glucosides, amygdaline, coniférine, salicine, arbutine, etc.

(2) Si l'on se sert de matériaux d'études conservés dans l'alcool, il faut avoir soin de laver les coupes pendant quelques instants dans l'eau additionnée d'acide azotique en proportion suffisante pour que le réactif ne précipite pas.

gnard a démontré que la myrosine est contenue dans un certain nombre de cellules spéciales disséminées au milieu des cellules parenchymateuses. Ces cellules spéciales sont un peu plus allongées et plus irrégulières que les cellules ordinaires.

*Crucifères.* — Elles existent chez presque toutes les Crucifères.

*Racine.* — Intéressante à la période secondaire : cellules à myrosine dans le parenchyme cortical et le parenchyme libérien.

Si la racine est tubérifiée, elle en possède dans le parenchyme ligneux et surtout dans les rayons (*Cochlearia armorica* L.).

*Tige aérienne ou souterraine.* — Toutes les régions peuvent en contenir, mais le lieu d'élection le plus fréquent est le péricycle ; plusieurs espèces n'en renferment même que là (*Lepidium sativum* L., *L. Draba* L., *L. Iberis* Pollich, *Camelina sativa* Cr., *Cardamine pratentis* L., etc.); mais le péricycle contenant toujours des cellules spéciales, on peut en trouver dans le liber secondaire (*Erysimum cheiranthoides* L.), dans l'écorce (*Moricandia hesperidiflora* DC.), dans l'écorce et le liber (*Iberis semperflorens* L., *I. amara* L., *Bunias orientalis* L., *Nasturtium sylvestre* R. Br., etc.), dans l'écorce et la moelle (*Nasturtium officinale* L., *Eruca sativa* Lamk., etc.), dans l'écorce, le liber et la moelle (*Nasturtium amphibium* R. Br., *Diplotaxis tenuifolia* DC., *Raphanus sativus* L., *Isatis tinctoria* L., *Brassica nigra* Koch., *Sinapis alba* L., etc.), enfin dans l'écorce, le liber, la moelle et le parenchyme ligneux (*Cochlearia armorica* L., *C. officinalis* L.).

*Feuille* : La répartition correspond à celle des tiges.

*Fleur* : Principalement dans les carpelles.

*Graine* : L'embryon surtout en renferme. Les cellules à myrosine sont souvent nombreuses dans le parenchyme des cotylédons et dans l'écorce de l'axe embryonnaire ; ailleurs, elles sont localisées au dos des faisceaux cotylédonaires (*Cheiranthus*, *Cardamine*, *Camelina*, *Lepidium*, etc.). Quelquefois il s'en trouve aussi bien au dos des faisceaux ligneux de l'embryon que dans le parenchyme des cotylédons et l'écorce de l'axe embryonnaire (*Iberis*).

Dans certains cas le tégument renferme le ferment, l'embryon n'en contenant que très peu (*Lunaria*, *Mathiola*, etc.). Quelques rares Crucifères sont privées de ferment (*Arabis spinosa*, *Berteroa incana* DC.).

*Capparidacées*, *Tropéolacées*, *Résédacées et Limnanthacées.* — La racine renferme des cellules à myrosine dans l'écorce (Limnanthacées) ou dans l'écorce et le liber (Capparidacées, Tropéolacées et Résédacées.

La tige en contient dans l'écorce et la moelle (*Capparis*), souvent dans l'écorce et le liber. Les cellules à ferment de l'écorce sont disséminées dans tout le parenchyme cortical (Capparidacées), surtout au voisinage de l'épiderme (Limnanthacées, Tropéolacées) ou des stomates (Résédacées).

Les cellules à ferment des feuilles sont disséminées dans tout le parenchyme foliaire (Capparidacées) ou dans les cellules stomatiques seulement (Résédacées) ; ailleurs, elles sont difficilement observables (Tropéolacées et Limnanthacées).

Les cellules à myrosine de la fleur sont répandues dans toutes ses parties (Capparidacées) ou localisées dans l'assise sous-épidermique de l'éperon (Tropéolacées). Seule, la graine des Tropéolacées montre nettement des cellules à ferment. Dans ces graines, les cellules à myrosine peuvent se trouver soit dans le parenchyme cotylédonaire et dans l'écorce de l'axe embryonnaire, soit seulement au contact et au dos des faisceaux cotylédonaires. Ailleurs, elles sont difficiles à observer.

*Papayacées.*— Leurs cellules à myrosine sont situées surtout dans la racine (au dos des faisceaux libériens) et dans le tissu qui forme l'enveloppe extérieure du tégument de la graine (1).

## Papaïne

En poursuivant ses études sur la myrosine des Papayacées, M. Guignard a pu localiser la papaïne.

Plusieurs réactions permettent de révéler le siège de ce ferment :

I. — Le réactif de Millon colore en rouge les cellules qui contiennent la papaïne.

II. — L'éosine colore aussi très rapidement les cellules qui en renferment (M. de Wèvre, cité par M. Guignard).

(1) Pour s'assurer qu'il avait réellement affaire à de la myrosine, M. Guignard a fait agir, dans tous les cas, ces cellules à myrosine sur du myronate de potassium. L'essence de moutarde dégagée se révélait par son odeur caractéristique.

La papaïne n'est pas seulement localisée dans les laticifères ; elle existe encore dans certaines cellules parenchymateuses des nervures foliacées des *Carica* et la région supérieure de la tige.

Le *Vasconcellea* montre aussi des cellules à papaïne, mais seulement dans la nervure médiane principale de la feuille ; elles ne sont pas situées en dehors du cercle des faisceaux libéro-ligneux, comme chez les *Carica*, mais dans le parenchyme central médullaire.

BIBLIOGRAPHIE

**Guignard.** — Sur la localisation dans les amandes et le laurier-cerise des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique. (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 1890).

— Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. (*Journ. de Bot.* (Morot), 1890).

— Recherches sur la nature et la localisation des principes actifs chez les Capparidées, Tropéolées, Limnanthées, Résédacées et Papayacées. (*Journ. de Bot.* (Morot), 1893 et 1894).

## § 3. — Asparagine $C^4H^8Az^2O^3$

Parmi tous les corps azotés chimiquement définis que la plante produit (tyrosine, leucine, acide aspartique, acide glutamique, asparagine, etc.), l'asparagine est le plus important au point de vue pharmacologique.

C'est un corps de transition pour le végétal ; à peine formé il se transforme et sert à l'élaboration de corps nouveaux.

La conséquence de son rôle transitoire est qu'il est extrêmement répandu ; aussi le rencontre-t-on dans toutes les parties de toutes les plantes. Cependant, certaines conditions physiologiques favorisent son accumulation.

L'asparagine apparaît surtout quand un organe riche en matières albuminoïdes se développe sans avoir à sa diposition une assez grande quantité de matières ternaires ; dans ce cas, il s'accumule et peut former 30 o/o du poids total des matières sèches de l'organe.

Il existe une méthode microchimique qui permet de déceler les moindres traces de ce corps ; il faut opérer de la manière suivante :

I. — Porter les coupes dans de l'alcool, laisser l'alcool s'évaporer lentement, observer alors au microscope. L'asparagine insoluble dans l'alcool se sépare sous forme de cristaux prismatiques; cette cristallisatisn a lieu, soit dans la cellule même, soit tout autour de la préparation.

Ce corps cristallise en tables rhombiques, présentant des angles émoussés de 129°,18 très caractéristiques et ne pouvant être confondus avec aucun autre corps.

Le nitrate de potassium, qui forme aussi des cristaux à peu près semblables, offre des angles de 99°,44 et se laisse du reste facilement reconnaître par la coloration d'un bleu-violet intense qu'il donne avec la diphénylamine. Du reste, un œil exercé reconnait facilement les cristaux d'asparagine sans qu'il soit nécessaire de mesurer leurs angles.

II. — L'asparagine chauffée à 100° perd son eau de cristallisation et se transforme en petites gouttelettes homogènes, très réfringentes, ayant l'aspect de l'huile, mais facilement solubles dans l'eau.

A 200°, elle se décompose, dégage du gaz et laisse une gouttelette brune dans l'eau.

III. — La précipitation de l'asparagine par l'alcool n'a pas lieu en présence de gomme, de sucre, de glycérine, d'inuline et d'autres liquides visqueux. Il est donc utile de se débarrasser d'abord de ces corps avant de rechercher l'asparagine.

Elle est surtout localisée dans les jeunes pousses d'asperge, dans les plantules de Légumineuses; dans presque tous les bourgeons d'une bouture nouvelle, etc.

BIBLIOGRAPHIE

**Borodin.** — Ueber die physiologische Rolle und die Verbreitung des Asparagins in Pflanzenreiehe. (*Bot. Zeitung*, 1878, p. 801).

## § 4.— Vanilline

La vanilline est un aldéhyde qui dérive de l'alcool coniférylique. (Voir *Coniférine*, p. 116).

Elle existe en forte proportion dans le fruit de la vanille; mais nous avons dit déjà qu'elle est toujours associée à la coniférine dans les membranes ligneuses.

On doit opérer comme pour la coniférine quand on emploie les réactifs déjà cités pour ce corps.

I. — La phloroglucine et l'acide chlorhydrique: coloration rouge.
II. — Sulfate ou chlorhydrate d'aniline: coloration jaune.
III. — L'acide sulfurique concentré: coloration jaune.
IV. — Résorcine et acide sulfurique: coloration rouge-carmin foncé.
V. — Orcine et acide sulfurique: coloration rouge-carmin intense.

VI.— Acide pyrogallique et acide sulfurique : coloration rouge.

VII.— Phénol et acide chlorhydrique : rien (Hegler).

VIII.— A une solution alcoolique de thymol à 20 o/o, on ajoute un peu d'eau jusqu'à ce qu'il se produise un précipité ; on ajoute alors du chlorate de potassium en excès, on laisse en contact plusieurs heures, on filtre. A cette solution, on ajoute de l'acide chlorhydrique. La vanilline donne, en présence de ce réactif, une coloration rouge-carmin (Molisch) (1).

IX.— Une solution aqueuse à 0,1 o/o de sulfate de thalline : coloration orangé (Hegler). Cette réaction ne se produit qu'avec la vanilline, elle ne donne rien avec la coniférine.

M. Molisch préconise surtout les réactions I et V.

M. Molisch a trouvé de la vanilline dans toutes les cellules et dans toutes les membranes cellulaires du fruit de la vanille, même dans celles qui ne sont pas lignifiées. L'auteur n'a pas observé les fruits non préparés, mais il pense que le fruit fraîchement cueilli ne contient que peu ou pas de vanilline; la dessiccation surtout produirait la formation de la vanilline.

Nous terminerons ce paragraphe en reproduisant le tableau publié par M. Hegler et qui résume les colorations fournies par différents réactifs avec la coniférine et la vanilline.

(1) Hegler n'admet pas cette réaction. M. Molisch la maintient pourtant.

**Tableau indiquant les réactions différentes de la Coniférine et de la Vanilline, d'après Hegler**

| | CONIFÉRINE | | VANILLINE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | à sec | en solution | à sec (cristall.) | Solution alcoolique au 100$^{me}$ | Solution à 10 p. 100 | Coton imbibé avec une solution au 100$^{me}$ | Coton imbibé avec une solution à 10 p. 100 |
| 1 Phloroglucine + HCl . . | Coloré en rouge et, aussitôt dissous, en rouge pourpre. | Rouge vineux. | Rouge brique, puis rouge pourpre avec tendance au violet. | Faiblement jaune rouge. | Rouge clair, avec tendance au violet. | Faiblement rouge jaune. | Rouge violet avec tendance au jaune rouge. |
| 2 Phloroglucine + $SO^4H^2$. | Violet jusqu'au violet pourpre | Violet pourpre. | Rouge orangé, avec tendance au rouge violet. | Violet rouge. | Violet rouge. | Violet rouge. | Violet rouge. |
| 3 Sulf. d'aniline + HCl... | Jaune foncé. | Jaune sombre. | Jaune clair. | Jaune d'or. | Jaune d'or foncé. | Jaune. | Jaune d'or. |
| 4 Naphtol $\alpha$ + HCl....... | Faiblement jaune. | Gris jaune sale. | Jaune sale. | Jaune clair (après quelque temps). | Jaune d'or. | Jaune. | Jaune d'or. |
| 5 Naphtol $\beta$ + HCl .... . | Jaune. | Jaune clair. | Jaune doré. | Jaune clair. | Jaune d'or. | Jaune. | Jaune d'or. |
| 6 Résorcine + $SO^4H^2$..... | Violet jusqu'au violet rouge. | Violet rouge. | Rouge vermillon. | Rouge jaune. | Rouge clair. | Rouge jaune- | Rouge clair. |
| 7 Résorcine + HCl ...... | Après 24 heures, très faiblement rose | — | Violet rouge. | Faiblement rose. | Rouge violet. | Faiblement rose. | Rouge violet. |
| 8 Toludéine + HCl....... | Jaune clair. | Jaune lumineux. | Jaune foncé. | Jaune clair. | Jaune clair. | Jaune. | Jaune foncé. |
| 9 Carbazol + HCl........ | Après 15 h. sur l'ouate après le dessèchement, bleu clair pur. | Pendant le dessèchement, vert jusqu'à l'ardoisé. | Faiblement violet rouge. | Rose de chair. | Rose violet. | Rose clair. | Rouge violet. |
| 10 Orcine + HCl ......... | Après 24 heures, faiblement rose. | — | Rouge sombre. | Faiblement rose. | Fortement rouge violet. | Rose. | Rouge violet, |
| 11 Phénol + HCl......... | Bleu jusqu'au bleu vert. | Avec la solution sur l'ouate: bleu. | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** |
| 12 Thymol + HCl......... | Bleu jusqu'au vert bleuâtre. | Sur l'ouate, bleu jusqu'au vert bleuâtre. | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** |
| 13 Sulf. de tholline ....... | **Pas de réaction.** | **Pas de réaction.** | Jaune d'or. | Jaune orangé. | Jaune orangé. | Jaune orangé. | Jaune orangé. |

BIBLIOGRAPHIE

**Hegler** (R).— Thollin ein neus Holzreagens. (*Bot. Centralbl.* t. XXXVIII, 1889, p. 616).
— Histochemische Untersuchungen verholzter Zellmembranen. (*Flora*, 1890).
**Molisch** (H).— Grundriss einer Histochemie der Pflanzlichen Genussmittel, p. 47. (Iéna, 1891).
**Wèvre** (A. de).— La lignine (*Bull. Soc. belge de microscopie*, t. XV, p. 49).

## § 5. — Les tannoïdes

Depuis la publication, faite en 1890, de l'important mémoire de M. Bræmer sur les tanins, la question n'a pas avancé. C'est donc ce travail qui nous servira de guide.

Au point de vue botanique et chimique, les tanins forment un groupe mal défini, dont tous les termes sont encore assez mal connus.

Très répandus dans les végétaux, les tanins, ou mieux les tannoïdes, communiquent aux plantes qui en contiennent des propriétés astringentes utilisées en médecine.

Le plus anciennement connu a été retiré des noix de galle, dont la formation pathologique est provoquée par la piqûre d'un insecte (du genre *Cynips*) sur les jeunes rameaux du *Quercus infectoria* Oliv.

Le corps qui a reçu plus particulièrement le nom de tanin est un acide gallo-tannique. La formule est $C^{14}H^{14}O^{9}$. Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool (Bourgoin), insoluble dans l'éther anhydre (Bolley), soluble dans l'éther acétique (Lœwe).

Il précipite les sels ferriques en bleu foncé, et le bichromate de potassium en brun foncé.

Ces dernières réactions, très couramment employées en microchimie, ont surtout contribué à amener de la confusion dans la question.

On appelle tanin, en microchimie végétale, tout corps qui précipite en bleu ou en vert par les sels de fer, et en brun par le bichromate de potassium.

A la vérité, les corps caractérisés par ces propriétés sont très nombreux. En dehors du tanin proprement dit et de tous les tannoïdes, on les retrouve dans certains glucosides (l'arbutine et la murrayitine, qui précipitent en bleu ; le quercitrin, la quercitine, la rutine, la fraxine, la fustine et la paradiscétine, qui précipitent en vert.)

Nous ne pouvons donner les caractères distinctifs de tous les tannoïdes ; nous nous bornerons à remarquer que les principaux sont :

Le tanin proprement dit ou acide gallotannique $C^{14}H^{10}O^{7}$.

L'acide gallique $C^{7}H^{6}O^{5} + H^{2}O$.

L'acide protocatéchique $C^{7}H^{6}O^{4} + H^{2}O$.

La phloroglucine $C^{6}H^{3}(OH)^{3}$.

Et la pyrocatéchine $C^{6}H^{4}(OH)^{2}$.

Tous ces principes tanniques astringents peuvent être localisés par les réactions suivantes :

I. — Les sels de fer donnent un précipité bleu ou vert. Deux sont surtout employés : le chlorure ferrique en solution aqueuse, et le sulfate ferreux en solution aqueuse aussi. Le chlorure ferrique est celui dont on se sert le plus communément. Cependant M. Willer a conseillé le chlorure ferrique anhydre dissous dans de l'éther anhydre. Il est bon, dans ce cas, de laisser macérer quelques heures dans le réactit des portions d'organes à étudier; on fait les coupes ensuite. Le sulfate ferreux est également très employé. On peut hâter la réaction en élevant à 60° la température de la solution de sulfate ferreux.

Nous avons dit que ces sels de fer précipitent aussi d'autres principes immédiats des végétaux.

II. — Le bichromate de potassium en solution aqueuse donne un précipité brun clair ou brun foncé dans les cellules contenant des tanins. M. Willer admet que ce précipité est formé par de la purpurogalline. M. Bræmer pense qu'il se forme plutôt de la galloflévine.

III. — L'acétotungstate de sodium ou réactif de Bræmer précipite les tanins en jaune fauve. Ce précipité est insoluble dans les acides, sauf dans les acides citrique et tartrique que contiennent les sucs végétaux, mais pas à un degré de concentration suffisante. Il ne se forme pas avec les corps suivants : acide gallique, acide protocatéchique, quercitrin ; catéchine ; il donne avec la pyrocatéchine une coloration verte.

Le précipité est abondant avec les acides gallotannique, querci-tannique, caoutannique, cinchotannique, cafétannique.

Il faut éviter la présences des acides qui dissolvent le précipité et déterminent avec le tungstate la précipitation des albuminoïdes et alcaloïdes.

IV — Le cyanure de potassium en solution aqueuse donne avec l'acide gallique une coloration rouge qui disparaît au bout d'un certain temps ; ce réactif précipite le tanin en jaune.

V. — L'acétate de cuivre fournit un précipité marron qui bleuit ou verdit par

l'action ultérieure de l'acétate ferrique. Ce sel précipite la pyrocatéchine en noir et l'acide protocatéchique en rouge.

VI. — L'hypochlorite de soude (liqueur de Labarraque) donne avec l'acide gallotannique une coloration orangée persistante; avec l'acide gallique, une coloration rouge; avec l'acide protocatéchique, une teinte madère; avec les tanins et la pyrocatéchine, une teinte feuille morte.

Il existe encore d'autres réactions, mais nous nous limiterons à celles-ci, qui sont le plus couramment employées.

Si les réactions I et II sont connues depuis très longtemps, la troisième mérite surtout toute l'attention des histologistes.

Les tannoïdes sont très répandus dans les végétaux et nous ne pouvons leur assigner un siège spécial ; il est utile de se rendre compte de leur localisation dans chaque plante étudiée. Ils se trouvent généralement dans les cellules parenchymateuses des organes.

BIBLIOGRAPHIE

**Bræmer** (L). — Les Tannoïdes, introduction critique à l'histoire physiologique des tanins et des principes immédiats des végétaux qui leur sont chimiquement alliés, (Toulouse, 1890).

## § 6. — Aloès

L'aloès est un médicament très employé comme purgatif. Il est fourni par plusieurs espèces du genre *Aloe*.

Nous n'avons pu le placer dans aucun des groupes précédents ; il n'est contenu ni dans des canaux sécréteurs, ni dans des laticifères. Cependant son mode d'extraction se rapproche de celui de certaines gommes-résines ou de certains latex.

On sait, en effet, que l'aloès s'obtient généralement par écoulement simple : on coupe les feuilles, on recueille le suc qui s'écoule, et on le laisse s'évaporer jusqu'à consistance résineuse. On obtient aussi l'aloès par expression, macération et décoction. Ces différents modes d'extraction montrent que la drogue est contenue, transformée dans la plante. Il y avait donc lieu d'en rechercher la localisation. Les observations faites à ce sujet peuvent se résumer ainsi :

I. — Une coupe de feuilles présente sur la section une région qui, peu colorée

d'abord, brunit rapidement à l'air. Cette région a reçu le nom de tissu chromogène ou tissu aloïfère.

II. — Une coupe imprégnée de bichromate de potassium donne aussitôt une coloration violet foncé dans les cellules du tissu aloïfère. Pour obtenir une démonstration complète, M. Macqret conseille de couper des fragments de feuilles, de les faire macérer pendant plusieurs jours dans une solution de bichromate de potassium à 10 p. 100. Les coupes démontrent alors avec netteté la réaction (Macqret).

III. — Des fragments de feuilles qui ont macéré pendant 48 heures dans de l'alcool ne laissent plus colorer les cellules du tissu aloïfère en violet, même après plusieurs jours de macération dans le bichromate de potassium.

M. Macqret a pu s'assurer que le suc propre de l'aloès était localisé exclusivement dans les cellules péricycliques des faisceaux foliaires; ces cellules sont grandes, larges, huit à dix fois plus longues que larges, pourvues de membranes minces.

Gasparrini et M. Trécul ont indiqué que le suc propre était contenu dans des canaux. « Il est possible, en effet, dit M. Macqret, que, sous l'influence d'un climat chaud, la sécrétion s'exagère et que l'abondance du suc propre fasse disparaître les cloisons transversales des cellules qui, dès lors, constituent un canal en s'unissant bout à bout. Et ce qui vient encore corroborer cette manière de voir, c'est que, dans certains pays, le suc d'aloès s'écoule en telle abondance de feuilles sectionnées transversalement que ce procédé est utilisé au point de vue commercial. »

La tige et la racine ne contiennent pas de suc propre ; les cellules péricycliques sont normales.

On devrait placer à côté de l'aloès les principes purgatifs contenus dans le séné, la rhubarbe, etc.; mais ils n'ont pas été l'objet de recherches microchimiques et nous ne pouvons que les signaler à l'attention des chercheurs.

Du reste, un certain nombre de principes médicamenteux importants n'ont pas été encore localisés; nous citerons, par exemple, les principes amers et les principes anthelminthiques. Tous sont mal classés au point de vue chimique et leur localisation n'a pu être recherchée (1).

(1) Il faut rappeler, cependant, que quelques auteurs ont signalé la présence de l'einodine ou trioxyméthylanthraquinéne $C^{14}A^{4}O^{2}CH^{3}(OH)3$ et de l'acide chrysophanique $C^{14}H^{5}O^{2}CH^{3}(OH)^{3}$ dans les racines de rhubarbe et de plusieurs autres Polygonacées. Nous ne pensons pas que ces corps puissent être considérés comme des principes médicamenteux ; nous rappellerons simplement par quels réactifs microchimi-

BIBLIOGRAPHIE

**Macqret** (G). — Etude sur l'Aloès (Paris, 1888).
**Trécul.** — Du suc propre dans les feuilles d'Aloès. (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. LXXII, 1871, p. 520).

ques on peut révéler leur présence. L'einodine se colore en jaune safran par l'acide sulfurique concentré et donne une coloration rouge par le carbonate d'ammoniaque, tandis que l'acide chrysophanique ne donne qu'une coloration rouge-rose avec le premier réactif et reste indifférent avec le second. L'acide chrysophanique, en présence de la solution de potasse, se colore en rouge pourpre intense (Voir Zimmermann pour la Bibliographie).

# CONCLUSIONS

De tout ce qui précède se dégage, me semble-t-il, une idée générale qui impose la conclusion suivante : la nécessité, pour le praticien, de savoir par quels caractères microchimiques il pourra reconnaître approximativement la valeur d'une drogue donnée. Les manipulations microchimiques, quelque délicates et minutieuses qu'elles soient, permettent cependant de se rendre suffisamment compte de la richesse d'une drogue en principes médicamenteux.

M. Molisch a déjà appelé l'attention sur cette application ; il démontre notamment combien il sera facile au pharmacien de juger de la qualité de la vanille par les réactions de la vanilline. Savoir effectuer ces réactions est d'une grande importance, car les commerçants vendent souvent des vanilles auxquelles ils ont enlevé toute la vanilline et qu'ils ont recouvertes de quelques cristaux d'acide benzoïque pour masquer la fraude. Les réactions de la vanilline permettent de dévoiler rapidement l'absence de ce principe.

Il en serait de même pour toutes les plantes dont les alcaloïdes ont été localisés microchimiquement. Des coupes, quelques réactions simples, un examen microscopique dans la région ou les régions reconnues comme sièges de localisation, permettent de fournir une base solide aux jugements et aux appréciations.

Il est certain que ces études ont porté jusqu'à ce jour sur un très petit nombre de principes actifs ; les longues listes d'alcaloïdes et de glucosides, dont le siège reste à déterminer, en font foi ; mais n'oublions pas qu'elles sont entreprises depuis très peu d'années seulement. Le premier, M. Erréra leur a donné une méthode précise. Son premier mémoire, fait en collaboration de MM. Maistriau et Clautriau, date de 1885. Depuis lors, les travaux se succèdent nombreux ; de nouvelles localisations sont étudiées chaque jour (1).

(1) Il faudrait pourtant que les auteurs qui chercheront le siège des principes actifs ne se contentent pas d'une seule réaction, sans s'assurer qu'elle est bien exclusive au

Ainsi, outre l'intérêt scientifique qui s'attache aux études microchimiques, elles fournissent une application importante pour la pharmacie.

Mettre entre les mains des pharmaciens des moyens rapides et faciles de contrôle, leur permettre de reconnaître suffisamment et souvent d'une manière définitive une drogue livrée par le commerce, c'est faire une œuvre utile au premier chef, car si la fraude a pu imiter jusqu'aux grains de café, par exemple, elle n'arrivera pas à créer des cellules végétales et à y placer les essences, les corps protéiques et la caféine que contiennent les cellules du grain de café.

L'analyse microscopique et l'analyse microchimique ont vite découvert la fraude.

Cette conclusion justifierait à elle seule les efforts que nous avons faits pour résumer le plus clairement et le plus complètement possible les connaissances obtenues sur le siège des principes médicamenteux dans les végétaux.

principe localisé. A ce sujet, nous croyons utile de leur recommander la lecture de certains mémoires. Ceux de MM. Guignard et Erréra méritent une attention particulière. Ils serviront d'excellent guide à tous ceux qui désirent localiser avec certitude et méthode soit des alcaloïdes, soit des glucosides et des ferments. Ils nous ont semblé les plus instructifs parmi tous ceux dont nous nous sommes servi pour rédiger les derniers chapitres de notre travail.

---

## OUVRAGES GÉNÉRAUX CONSULTÉS

**Baillon.** — Histoire des Plantes; Paris, Hachette.

**Behrens** (W.). — Tabellen zum Gebrauch bei mikroskopichen Arbeiten; 2me édition, Braunschweig, Bruhn, 1892.

**Berthelot et Jungfleisch.** — Traité élémentaire de chimie organique; 2me éd., Paris, Dunod, 1881.

**Bolles Lee et Henneguy.** — Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique, histologie, embryologie et zoologie. Paris, Doin, 1887.

**Bourgoin** (E.). — Traité de pharmacie galénique; 2me éd., Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1888.

**Cauvet.** — Nouveaux éléments de matière médicale, 2 vol., Paris, Baillière, 1886.

**Chatin** (J.). — Du siège des substances actives dans les plantes médicinales. Thèse d'agrégation, 1876, Paris.

*Codex medicamentarius*, 1884.

**Dupuy.** — Cours de Pharmacie; Paris, 1894.

**Engler et Prantl.** — Die natürlichen Pflanzenfamilien (*en cours de publication*), 8° Wilhem Engelmann, Leipzig.

**Flückiger et Hanbury** (traduct. de Lanessan). — Histoire des drogues d'origine végétale, 2 vol. Paris, Doin, 1878.

**Gautier** (A.). — Cours de Chimie (3 vol.), t. II et III. Paris, Savy, 1887, 1892).

**Guibourt et Planchon.** — Histoire naturelle des drogues simples (4 vol.), t. II et III; 7me éd., Paris, Baillière, 1876).

Jahresbericht der Pharmacie, herausgegeben vom deutschen Apothekerverein unter Redaction von D. H. Beckurts. (Périodique).

**Meyer** (A.). — Wissenschaftliche Drogenkunde, 2 vol. gr. 8°. Berlin, Gærtner, 1891-1892.

**Nickel** (E.). — Die Farbenreactionen der Kohlenstoffverbindungen, für chemische, physiologische, mikrochemische, botanische, medicinische und pharmakologische Untersuchungen bearbeitet. 2e Auflage; 8°, 134 p., Berlin, H. Peters, 1890.

**Planchon** (G.). — Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale, 2 vol., Paris, Savy, 1875.

**Soubeiran et Regnauld.** — Traité de Pharmacie, 2 vol., Paris, Masson, 1887.

**Strasburger** (Ed.). — Das botanische Practicum; 2me éd., Iéna, Fischer, 1887.

**Tschirch** (A.). — Angewandte Pflanzenanatomie (vol. 1, Grundriss der Anatomie). Leipzig, Urban et Schwarzenberg, 1889.

**Van Tieghem.** — Traité de Botanique. 2e éd., Paris, Savy, 1891.

**Wigand** (Alb.). — Lehrbuch der Pharmacognosie mit besonderer Rücksicht auf die Pharmacopœa germanica sowie als Anleitung zur naturhistorischen Untersuchung vegetabilischer Rohstoffe. 2me Auflage, Berlin, 1874, p. 63-296.

**Wilder.** — List of tests (reagents); New-York, Bedfort, 1885.

Year Book of Pharmacy and transactions of the British Pharmaceutical Conference. (Périodique).

**Zimmermann.** — Die botanische Mikrotechnik; Tübingen, Laupp, 1892.

LISTE DES PRINCIPAUX RÉACTIFS

### Acétate de cuivre

Acétate de cuivre.......... 1 gr.
Eau distillée .............. 15 c. c.

### Acéto-tungstate de sodium

*Voyez* Réactif de Bræmer.

### Acide osmique

Eau distillée...... 100 c. c. ou 500 c. c.
Acide osmique.... 1 gr. ou 0 gr. 50
(Flacon noir)

### Acide phosphomolybdique

En solution aqueuse.

### Acide phosphorique iodé

Ajouter à de l'acide phosphorique pur cristallisé du commerce, un tiers de son volume d'eau. Puis ajouter quelques cristaux d'iodure de potassium et de l'iode jusqu'à coloration de rhum ou de curaçao (Mangin).
(Flacon jaune)

### Acide titanique

Acide titanique............ 2 p.
Acide sulfurique concentré. 100 p.

### Alcool absolu

Prendre de l'alcool à 95°, y mettre du sulfate de cuivre calciné, jusqu'à ce que le sulfate de cuivre ne reprenne plus la coloration bleue.

### Alcool chlorhydrique d'Erréra.

Alcool absolu ............ 95 c. c.
Eau distillée......... .... 5 c. c.
Acide phosphorique (D = 12). 0,2
(form. de M. A. Gautier donnée par M. Erréra).

### Alcool tartrique d'Erréra

Acide tartrique cristall.... 5 gr.
Alcool absolu ............ 100 c. c.
(Erréra)

### Alcool sulfurique

Alcool...................... 9 p.
Acide sulfurique concentré... 6 p.

### Bichlorure de mercure (sublimé, chlorure mercurique)

(Sol. alcoolique)

Bichlorure de mercure. 1 ou 2 gr.
Alcool ............... 100 c.c.
(Sol. aqueuse)
Bichlorure de mercure..... 1 gr.
Eau distillée ............. 100 c. c.
(ne se conserve pas longtemps)

### Bichromate de potassium

En solution aqueuse peu concentrée.

### Chloral

Hydrate de chloral......... 5 gr.
Eau distillée............. . 2 c. c.

### Chlorhydrate d'aniline

Chlorhydrate d'aniline...... 0,10
Eau distillée............... 10 c. c.
Acide chlorhydrique concent. 1 goutte.

### Chlorure de calcium iodé

Dissoudre du marbre blanc dans de l'acide chlorhydrique, jusqu'à neutralisation complète de l'acide ; faire bouillir quelques instants, filtrer, évaporer à siccité. Laisser refroidir, ajouter eau distillée en quant. suffis. pour dissoudre une portion du produit. Il se forme un liquide sirupeux coloré en jaune par des traces de

sesquioxyde de fer. Filtrer, additionner de quelques cristaux d'iodure de potassium et d'iode (chauffer pour aider à la dissolution) jusqu'à coloration de rhum vieux. Laisser reposer; excès d'iode se précipite, décanter (Mangin)

(Flacon jaune)

Chlorure ferrique. Solution aqueuse diluée.

Chlorure d'or. Solution à 3 p. 100.

Chlorure de platine. Solution aqueuse.

### Chlorure de zinc iodé

Dissoudre du zinc dans l'acide chlorhydrique pur, évaporer jusqu'à consistance sirupeuse (D = 1,85 env.) en présence d'un excès de zinc. Ajouter de l'iodure de potassium et de l'iode jusqu'à excès de ces deux corps.

Ou bien :

Chlorure de zinc.......... 20
Iodure de potassium........ 6,50
Iode métallique............ 1,30
Eau........... 10,5 c.c. (Behrens).

(Flacon jaune)

### Eau iodée

Eau distillée ............ 100 c. c.
Iode métallique.......... 0 gr. 20.

Ou bien :

Dans 10 c. c. d'eau distillée, ajouter goutte à goutte de la teinture d'iode jusqu'à ce qu'il se produise un précipité.

(Flacon jaune)

### Fuchsine et violet de méthyle

Fuchsine................ 10 gr.
Violet de méthyle........ 1,50
Alcool absolu ........... 100 c. c.
(Hanstein).

### Iodure double de mercure et de potassium

Iodure de potassium.... 10 gr.
Eau distillée........... 100 c. c.

Faire digérer avec un excès d'iodure mercurique (Valser).

### Iodure de potassium iodé

Iodure de potassium. 3 gr. ou bien 1 gr.
Iode............... 1 gr. — 1 gr.
Eau distillée. .... 100 c.c. — 100 c.c

(Flacon jaune)

M. Clautriau conseille de l'additionner d'un peu de carbonate d'ammonium quand il doit servir à la recherche du siège des alcaloïdes.

### Liqueur de Barfœd

*a*. Acétate neutre de cuivre. 13 gr. 333
Eau distillée........... 200 c. c.
*b*. Solution aqueuse à 38 p 100 d'acide acétique cristallisable.

Prendre 5 c. c. de la solution *b*, les ajouter à la totalité de la solution *a*. Faire alors usage de la solution *a*.

### Liqueur de Fehling

*a*. Sulfate de cuivre.......... 34,65
Eau...................... 200 c.c.
*b*. Tartrate de potasse et de soude. 175 gr.
Solution aqueuse de soude
(D = 1.14)............. 600 c.c.

Mêlez les solutions *a* et *b* froides, et ajoutez :

Eau distillée, quant. suf. pour 1000 c. c.

### Méthylal

Méthylal................. V gouttes
Acide sulfurique concentré. 1 c. c.
(Clautriau).

### Molybdate de sodium

*Voyez* Réactif de Frœhde.

### Réactif de Bach

*Voyez* Alcool sulfurique.

### Réactif de Bræmer

Tungstate de sodium...... 1
Acétate de sodium......... 2
Eau quantité suffisante pour. 10 c.c.

### Réaction de Brandt

*Voyez* Séléniate de sodium.

### Réactif de Frœhde

| | |
|---|---|
| Molybdate de sodium..... | 1 gr. |
| Acide sulfurique concentré. | 100 c.c. |

### Réactif de Mandelin

| | |
|---|---|
| Vanadate d'ammonium ..... | 1 gr |
| Acide sulfurique bihydraté.. | 200 c.c. |

Ou bien :

Vanadate d'ammonium...... 1 gr.

Dissoudre dans 100 c. c. du mélange suivant :

| | |
|---|---|
| Eau distillée.............. | 36 p. |
| Acide sulfurique concentré.. | 98 p. |

### Réactif de Millon

| | |
|---|---|
| Mercure................. | 10 gr. |
| Acide nitrique fumant.... | 10 c.c. |
| Eau distillée............. | 20 c. c. |

(Behrens)

Ou bien :

| | |
|---|---|
| Mercure................. | 1 c. c. |
| Acide nitrique ($D = 1,52$) . | 9 c. c. |
| Eau distillée............. | 10 c. c. |

(Nickel).

### Réactif de Schweitzer

Laisser en contact de l'ammoniaque officinale avec du cuivre métallique en copeaux, jusqu'à ce que la liqueur ammoniacale soit d'un beau bleu.

(ne se conserve pas longtemps).

### Sel de Seignette

| | |
|---|---|
| Tartrate de potasse et de soude (sel de Seignette)............ | 10 gr. |
| Potasse................. | 10 gr. |
| Eau..................... | 10 c. c. |

### Séléniate de sodium

| | |
|---|---|
| Séléniate de sodium....... | 0 gr. 3 |
| Acide sulfurique concentré. | 6 c. c. |
| Eau distillée.............. | 8 c. c. |

### Solution cupro-ammoniacale

*Voyez* Réactif de Schweitzer.

### Solution cupro-potassique

*Voyez* Liqueur de Fehling.

### Sulfate d'aniline

| | |
|---|---|
| Sulfate d'aniline......... | 0,10 |
| Eau distillée........... | 10 c. c. |
| Acide sulfurique conccent. | 1 goutte. |

### Sulfate de cuivre

| | |
|---|---|
| Sulfate de cuivre.......... | 4 gr. |
| Eau distillée............. | 10 c. c. |

### Teinture d'Alkanna (ou teinture d'Orcanette)

Laisser macérer pendant plusieurs jours des racines d'Alkanoa pulvér. dans quant. suffis. d'alcool à 60°. Filtrer. (Ne peut être conservée longtemps.)

### Teinture d'Alkanna acétique de Guignard

Laisser en contact pendant 24 heures 10 gr. de racine d'Alkanna pulvérisée avec 30 c. c. d'alcool absolu. Filtrer, chasser l'alcool à l'étuve. Dissoudre le résidu dans 5 c. c. d'acide acétique cristallisable, ajouter ensuite 50 c. c. d'alcool à 50°. Filtrer après 24 heures de contact.

S'il y avait une précipitation par suite de l'évaporation de l'alcool, il suffit d'ajouter quelques gouttes d'alcool pour rendre à la liqueur sa limpidité.

(Guignard).

### Teinture d'iode

| | |
|---|---|
| Alcool à 90°............... | 10 c. c. |
| Iode..................... | 1 gr. |

(Flacon jaune)

### Vanadate d'ammonium

*Voyez* Réactif de Mandelin.

# TABLE DES MATIÈRES

# INDEX ALPHABÉTIQUE


Montpellier.— Impr. Serre et Roumégous